

Année 1980 N° 477

**LES POTENTIELS EVOQUES AUDITIFS PRECOCES
ET LEUR INTERET DANS LE DIAGNOSTIC
DES NEURINOMES DE L'ACOUSTIQUE**



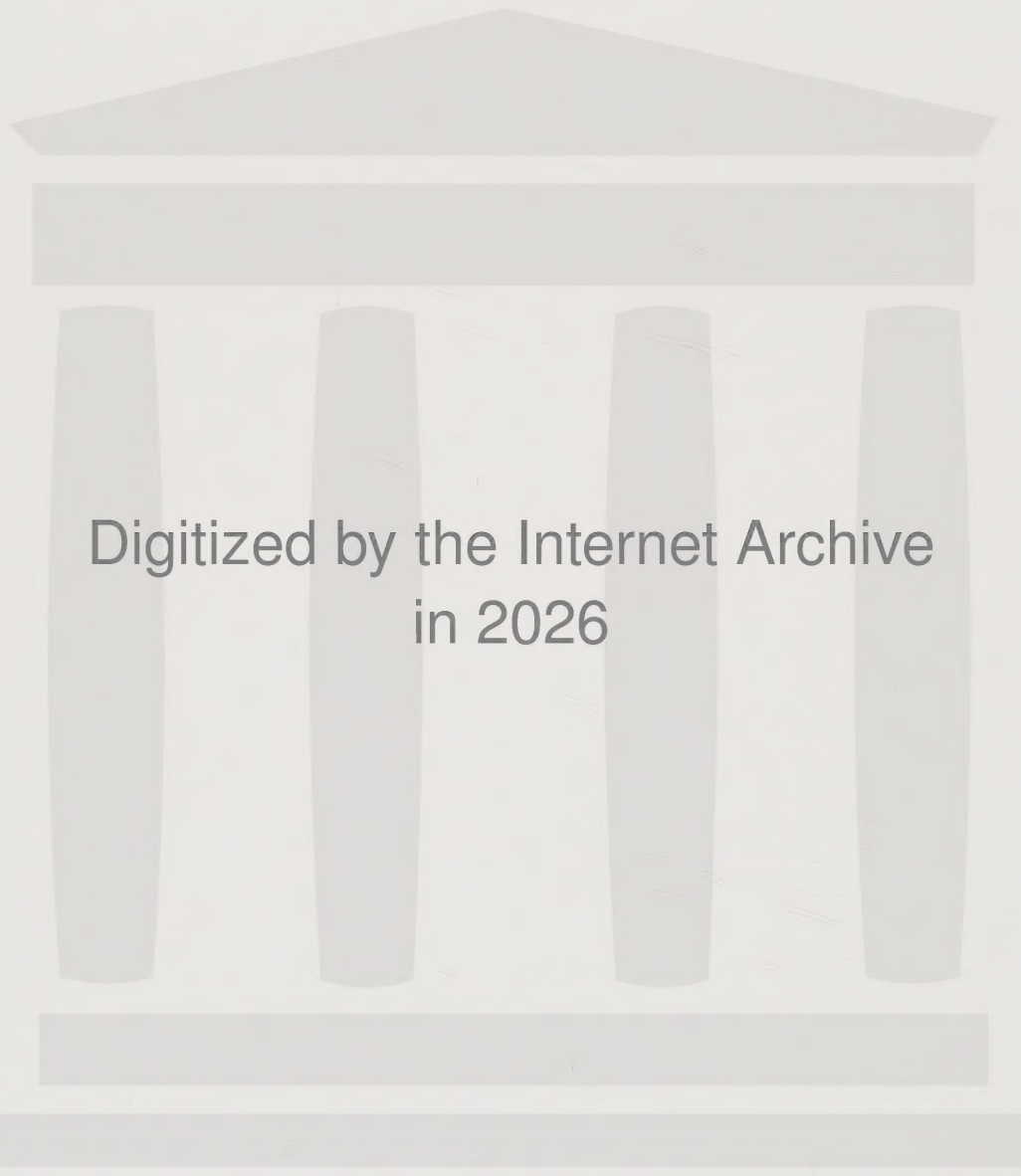
THESE

présentée à l'Université Claude Bernard - Lyon
et soutenue publiquement le 5 décembre 1980
pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

par

Bernard COLIN

né le 6 Août 1950
à LYON (6e)



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554205_0001

Année 1980 N° 477

**LES POTENTIELS EVOQUES AUDITIFS PRECOCES
ET LEUR INTERET DANS LE DIAGNOSTIC
DES NEURINOMES DE L'ACOUSTIQUE**



THESE

présentée à l'Université Claude Bernard - Lyon
et soutenue publiquement le 5 décembre 1980
pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

par

Bernard COLIN

né le 6 Août 1950
à LYON (6e)

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD - LYON
BIBLIOTHEQUE DE LA FACULTE DE MEDECINE

1925

LES POTENTIALS ÉLECTRIQUES ANTIPTÉRIQUES
ET LEUR RÔLE DANS LA DÉFENSE
DES VÉGÉTATIONS DE L'ACROSTIQUE



Thèse présentée à l'Université Claude Bernard de Lyon
pour l'obtention du grade de Docteur en Médecine
par M. le Docteur en Médecine

Dr

Bernard GILLY

15-16-17-18-19-20
à LYON (68)

ACADÉMIE DE LYON
Université Claude Bernard
U.E.R. FACULTÉ DE MÉDECINE
LYON - NORD

8, avenue Rockefeller
69373 LYON CEDEX 2
Tél. (7) 875.81.14
Secrétariat Poste 379

TABLEAU DU PERSONNEL DE L'UNIVERSITÉ

Président de l'Université	: Professeur D. GERMAIN
Premier Vice Président	: Professeur M. DUFAY
Deuxième Vice Président	: M. DUPLAN J.C.
Troisième Vice Président	: Melle ECHALLON A.
Secrétaire Général	: M. RAMBAUD J.

UNITES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE DE L'UNIVERSITÉ

MEDECINE ALEXIS CARREL	: Directeur Professeur MORNEX R.
GRANGE BLANCHE	: Directeur Professeur ZECH P.
LYON SUD	: Directeur Professeur NORMAND J.
LYON NORD	: Directeur Docteur MINAIRE Y. (M.C.A.) Directeur honoraire Professeur BERTOYE A. Directeur honoraire Professeur GARIN J.P.
BIOLOGIE HUMAINE	: Directeur Docteur REVILLARD J.P. (M.C.A.)
TECHNIQUES DE READAPTATION	: Directeur Docteur MORGON A.
SCIENCES PHARMACEUTIQUES	: Directeur Professeur BIZOLLON C.A.
SCIENCES ODONTOLOGIQUES	: Directeur Professeur PARRET J.
INSTITUT REGIONAL D'EDUCATION PHYSIQUE ET SPORTIVE .	: Directeur M. MILLON A.
MATHEMATIQUES	: Directeur Professeur PICARD Ph.
PHYSIQUE	: Directeur J. DELMAU
CHIMIE et BIOCHIMIE	: Directeur Mme VARAGNAT A. (Maitre Assistant)
SCIENCES DE LA NATURE	: Directeur Professeur LEMOIGNE Y.
SCIENCES PHYSIOLOGIQUES	: Directeur Melle le Professeur WORBE J.F.
INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLO- GIE N° 1	: Directeur M. VILLE A.
INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLO- GIE N° 2	: Directeur M. GALLET J. (Directeur E.N.S.A.M.)
OBSERVATOIRE	: Directeur M. MONNET Guy (Astronome adjoint)
PHYSIQUE NUCLEAIRE	: Directeur Professeur GUSAKOW M.
MECANIQUE	: Directeur Melle le Professeur COMTE-BELLOT G.

-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-

Examineurs de la Thèse

Président : Monsieur le Professeur J. GAILLARD

Assesseurs : Monsieur le Professeur H. MARTIN
Monsieur le Professeur J. COURJON
Monsieur le Professeur A. MORGON
Monsieur le Professeur J.P. HAGUENAUER
Monsieur le Professeur G. FISCHER

A mes parents,

A Mijo,

A nos enfants.

A nos familles
et notamment

A la mémoire du Docteur A. VIVIEN

A mes oncles et Tantes - le Professeur M. COLIN
- les Docteurs N. et M.L. BARBIER
- le Docteur L. COLIN

A mes cousins - les Docteurs E. et M. LEROY-TERQUEM
- le Docteur D. BARBIER

A notre Maître et Président de Thèse,
Monsieur le Professeur Jean GAILLARD

Son abord chaleureux et sa grande disponibilité nous ont tout de suite conquis.

Toujours au centre de son Service, il sait communiquer son dynamisme à toute son équipe.

Par son enthousiasme à nous faire partager chaque nouveau cas clinique, la rigueur et le bon sens de ses indications, et sa grande habileté opératoire, il a su nous inculquer les grands principes de la chirurgie cervico-faciale.

Nous le remercions de nous avoir confié ce travail, et l'assurons de notre respectueux et profond attachement.

A notre Maître et Juge,
Monsieur le Professeur Henri MARTIN

Nous avons toujours été impressionné par le Patron,
dont les connaissances et l'expérience sont immenses,
le diagnostic rapide et sûr, et l'esprit toujours
à la recherche d'une nouvelle explication ou d'un
traitement pour les problèmes otologiques.

La précision de son geste opératoire et la clarté
de ses explications, font qu'il a toujours été
pour nous un plaisir que de le voir travailler.

Puis, peu à peu, au cours du semestre, nous avons
pu découvrir la sensibilité de l'Homme qui a su
nous faire confiance, et a, toujours avec une
grande bienveillance, compris nos hésitations et
guidé notre geste.

Qu'il en soit remercié, et assuré de notre
respectueuse fidélité.

A notre Maître et Juge,
Monsieur le Professeur Jean COURJON

Il nous a guidé et encouragé tout au long du travail
que nous avons réalisé au sein de son équipe.
Nous avons ainsi pu apprécier sa grande culture
et son expérience de l'exploration fonctionnelle
du système nerveux.

Nous le remercions de son accueil toujours chaleureux
et de son aide, et l'assurons de notre profonde
reconnaissance.

A notre Maître et Juge,
Monsieur le Professeur Alain MORGON

Son brillant esprit et sa grande intelligence
nous ont immédiatement conquis.

Nous avons pu profiter, tout au long de notre
semestre, de sa grande expérience et de son
habileté à résoudre les problèmes O.R.L. les
plus délicats, et tout particulièrement ceux
de l'enfant.

Il nous a guidé dans la réalisation de ce
travail et nous a confié ses dossiers cliniques.

Nous l'en remercions, et l'assurons de notre profonde
fidélité.

A notre Maître et Juge,
Monsieur le Professeur Jean-Paul HAGUENAUER

Nous avons toujours admiré l'étendue de ses connaissances son esprit didactique, et son habileté opératoire dans tous les domaines de cette vaste spécialité qu'est l'O.R.L. Il nous a donné les premières bases de notre travail, nous faisant confiance pour sa réalisation, tout en nous guidant avec un sens critique que nous avons beaucoup apprécié.

Nous le remercions de son accueil et de ses conseils toujours très amicaux, et l'assurons de notre profonde admiration.

A notre Maître et Juge,
Monsieur le Professeur Georges FISCHER

Nous avons pu admirer sa patience et sa minutie lors de plusieurs interventions de neurinomes dont nous rapportons ici les observations. Il nous a toujours accueilli avec beaucoup de gentillesse, ne comptant pas son temps, et nous a permis de réaliser ce travail en nous confiant l'enregistrement des Potentiels Evoqués Auditifs Précoces des malades qu'il allait opérer.

Nous l'en remercions et l'assurons de notre profonde admiration.

A notre Maître,

Monsieur le Docteur J.P. REBATTU,
Oto-rhino-laryngologiste des Hôpitaux

Au cours des deux semestres passés à ses côtés
nous avons pu apprécier l'étendue de ses connaissances
et ses qualités pédagogiques.

Son souci d'aider le malade, son éthique, son sens
de la déontologie médicale resteront pour nous
un exemple.

Sa grande expérience clinique et chirurgicale
sont pour nous le gage d'un grand enrichissement
pendant notre Assistanat.

Nous le remercions de sa confiance, et
espérons ne pas le décevoir.

A nos Maîtres dans les Hopitaux

Externat - Monsieur le Professeur F. LARBRE
- Monsieur le Professeur A. BERTOYE
- Monsieur le Professeur J. SOUSTELLE
- Monsieur le Docteur J. DURANT
- Monsieur le Professeur J. KALB

Internat à l'Hopital de Firminy

- Monsieur le Docteur MIRAMONT
- Monsieur le Docteur FULCHIRON

Internat de Lyon

- Monsieur le Professeur R. GARMIER
- Monsieur le Docteur F.X. MAZAURIC
- Monsieur le Professeur C.R. MICHEL
- Monsieur le Docteur J.P. REBATTU
- Monsieur le Professeur J. GAILLARD
- Monsieur le Professeur J.P. HAGUENAUER
- Monsieur le Professeur A. MORGON
- Monsieur le Professeur H. MARTIN

A Monsieur le Docteur F.X. MAZAURIC,
dont nous avons pu apprécier lors de notre premier
semestre les qualités humaines et professionnelles.
Il nous a fait découvrir la spécialité O.R.L. et
nous a guidé dans notre choix. Qu'il en soit ici
remercié et assuré de notre profonde estime.

A Messieurs les Docteur H. LAFON et H. CAJGFINGER
pour ce qu'ils nous ont appris.

A Monsieur le Docteur P. GADOT
pour son aide toujours discrète, amicale et efficace.

A nos aînés dans la spécialités,
B. GIGNOUX, P. DUMOLARD, B. BOULUD,
C. MARTIN, J. OUDOT, C. DUBREUIL,
J.P. MULLER, J.L. COSTANTINI, J.L. PIGNAL

A nos amis d'Internat en O.R.L.
R. DUMONT, M. PANSU, J.P. LAYDEVANT,
L.G. COTTE, J.F. MOREAU, J.L. PIGNAT

A nos amis, et en particulier,
C. GENIN, X. COTTIN, J.B. WAUTOT
M. BRETAGNOLLE, F. PIGNAL

A tout le personnel du Pavillon U et du Service O.R.L.
de l'Hopital de la Croix-Rousse.

Nous remercions tout particulièrement

le Docteur F. MAUGUIERE
et le Docteur C. FISCHER

qui nous ont initié à la rigueur des techniques
d'exploration fonctionnelle par les PEAP, et,
qui, avec une grande disponibilité, nous ont aidé
dans la réalisation de ce travail.

Madame CHALLET
et Monsieur CHANAL

qui nous ont fait partager leur expérience technique.

les 50 personnes qui nous ont servi de témoins.

LES POTENTIELS EVOQUES AUDITIFS PRECOCES

et leur intérêt

DANS LE DIAGNOSTIC DES NEURINOMES DE L'ACOUSTIQUE

=====

- P L A N -

GLOSSAIRE	4
INTRODUCTION	5

- Ie P A R T I E -

I - I GENESE DES PEAP

I - A	Historique	8
I - B	Rappel anatomo-physiologique des Voies Auditives	10
I - C	Notions actuelles sur l'origine des pics des PEAP	13

I - II ETUDE DES PEAP CHEZ 50 TEMOINS

II- A	Matériel et Techniques d'enregistrement	17
II- B	Résultats : les valeurs normales	24
II- C	Comparaison avec les résultats d'autres Laboratoires	31
II- D	Variations Physiologiques des PEAP	32

- IIe P A R T I E -

II - I PEAP DANS LE NEURINOME DE L'ACOUSTIQUE

I - A	Etude de 13 neurinomes opérés	34
	1 Analyse des 13 cas	
	2 Analyse des résultats	51
I - B	Résultats trouvés par d'autres auteurs	59
	1 Analyse des séries	
	2 Résultats globaux	63
I - C	Hypothèses physiopathologiques des troubles de la conduction nerveuse dans les neurinomes du VIII	67

II - II PLACE DES PEAP DANS LE DIAGNOSTIC DU NEURINOME

II- A	Etude des 31 malades suspects de neurinome	69
II- B	Valeur comparée des PEAP et des autres examens	78

II - III EXEMPLES DE PEAP DANS D'AUTRES TUMEURS ET AFFECTIONS NEUROLOGIQUES

III-A	Modifications des PEAP dans d'autres tumeurs de l'Angle Ponto-Cérébelleux	80
III-B	Tumeurs de l'Angle Ponto-Cérébelleux sans modification des PEAP	83
III-C	Affections neurologiques non tumorales altérant les PEAP	85

CONCLUSIONS	88
-------------	----

BIBLIOGRAPHIE	90
---------------	----

1969 Volume Conducted Potentials in Response to Auditory stimuli		- JEWETT
70 Auditory Evoked Potentials		- JEWETT
71 Auditory Evoked Far Fields		- JEWETT-WILLISTON
73 Electrocochleography with Far Field Technique		- TERKILDSSEN et Col.
74 Brainstem Auditory Evoked Response		- HECOX-GALAMBOS
75 Far Field Acoustic Response		- BUCHWALD-HUANG
Primary Evoked Potentials	PEP	- CHINN-MILLER
Auditory Brainstem Response		- STARR-ACHOR
Cochlear and Brainstem Evoked Response	CBER	- THORNTON
Brainstem Evoked Responses	BER	- GALAMBOS-SHUMANN
76 Far Field Auditory Brainstem Response		- STARR-HAMILTON
Early Evoked Potentials		
Brainstem Evoked Potentials	BSR	- DALY et Col.
Brainstem Electric Response	BSER	- DAVIS
Brainstem Evoked Potentials	BEPs	- SALAMY
77 Vertex Short Latency Acoustic Response		- HUANG-BUCHWALD
Brainstem Auditory Response		- STOCKARD-ROSSITER
Brainstem Auditory Evoked Response	BSERs	- COATS-MARTIN
Brainstem Electric Response Audiometry	BSERA	- SELTERS-BRACKMANN
78 Brainstem Evoked Response Audiometry	BER	- MILLER-JOSEY
Brainstem Electric Audiometry		
Brainstem Response Audiometry	BERA	- BRACKMANN-SELTERS
Electric Response Audiometry		
Hirnstamm potentiale	ERA	- ZOLLNER et Col.
Auditory Evoked Potentials	AEPs	- GILROY-LYNN
79 Potentiels évoqués Auditifs Précoces	P.P.	- CONRAUX-FEBLOT
Auditory Brainstem Potentials		- ALLEN-STARR
Frühe Akustisch Evozierte Potentiale	FAEP	- MAURER et Col.
Brainstem Auditory Evoked Response	BAER	- LOLAS et Col.
Brainstem Auditory Evoked Response	BAERs	- CHIAPPA
Brainstem Auditory Evoked Response	BER s	- HASHIMOTO
Brainstem Auditory Evoked Potentials	BAEP	- KJAER
Potentiels Evoqués Auditifs du Tronc Cérébral	BERA	- FREYSS
Potentiels Evoqués du Nerf Auditif et du Tronc Cérébral	BER	- UZIEL
Auditory Brainstem Response	ABR	- DAVIS
80 Brainstem Auditory Evoked Potentials	BAEPs	- CHIAPPA

.... et nous en avons certainement oublié !

Devant la difficulté de faire une synthèse de ces différentes appellations, nous choisissons, non par originalité, mais parce qu'il nous semble le plus simple et physiologiquement le plus précis :

POTENTIELS EVOQUES AUDITIFS PRECOCES : PEAP

- "Potentiels Evoqués", définition même de ce que l'on enregistre
- "Auditif" pour les différencier des autres Potentiels Evoqués (visuels, somesthésiques)
- "Précoces", pour les différencier des semi-tardifs et tardifs - ou corticaux-.

Le terme anatomique "Tronc cérébral", utilisé seul le plus souvent, semble faire oublier qu'il s'agit également des potentiels évoqués du Nerf auditif.

INTRODUCTION

Si le neurinome de l'acoustique est une tumeur bénigne sur le plan histologique, de par son développement dans la fosse cérébrale postérieure, son issue était autrefois fatale par l'hypertension intracrânienne qu'elle entraînait.

Parallèlement au développement des techniques chirurgicales, qui ont été transformées par la microchirurgie, des efforts incessants ont été faits pour trouver des examens paracliniques permettant un diagnostic précoce de ces tumeurs, gage des meilleures chances du succès de leur traitement.

Ce sont, d'une part les techniques radiologiques, avec des coupes tomographiques très nettes, la cisternographie, l'artériographie, et plus récemment la tomo-densimétrie (Scanner), qui cherchent à mettre en évidence la réalité anatomique du Neurinome ;

d'autre part les tests d'exploration fonctionnelle tant vestibulaires qu'audiométriques, qui montrent la souffrance de la VIII^e paire crânienne.

Parmi ces derniers, les Potentiels Evoqués Auditifs Précoces (PEAP) semblent très prometteurs et d'un grand intérêt.

Les PEAP sont des potentiels de très faible intensité (de l'ordre du dixième de microvolt), évoqués par une stimulation auditive et qui peuvent être isolés de l'activité cérébrale et musculaire, beaucoup plus ample, grâce à la technique du moyennage, et ainsi identifiés.

Ces potentiels peuvent être détectés à distance, au niveau du scalp, par des électrodes de surface, ce qui a été un progrès fondamental et a permis leur essor.

On peut ainsi enregistrer sept ondes numérotées de I à VII, de courte latence (inférieures à 10 msec) correspondant au cheminement de l'influx nerveux le long du nerf auditif et des voies auditives sous-corticales, et à l'activation successive des différents relais auditifs du tronc cérébral. (fig.1)

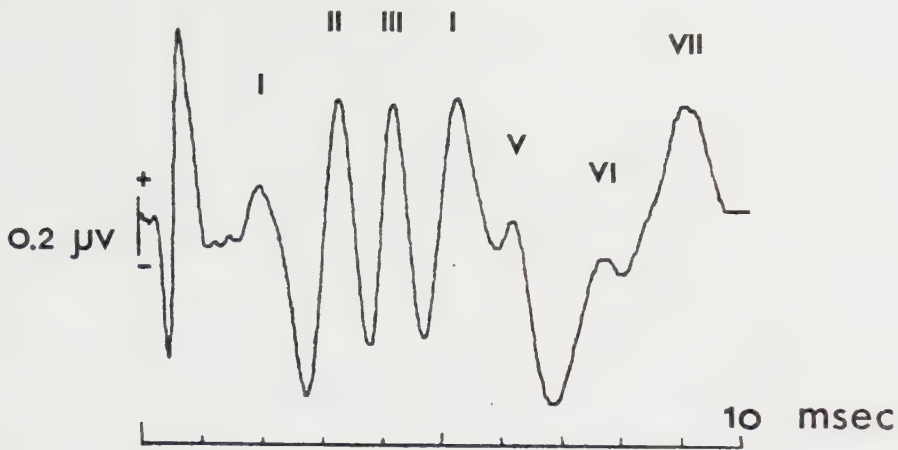


fig. 1 - PEAP normal

Ces ondes sont définies par des caractéristiques (Morphologie, Amplitude, et surtout Latence) relativement stables d'un sujet à l'autre, et parfaitement reproductibles d'un examen à l'autre chez un sujet sain.

La parfaite connaissance de ces caractéristiques normales, permet d'en reconnaître les modifications rencontrées en pathologie (différents types de surdité - affections de l'angle ponto-cérébelleux et du Tronc Cérébral - affections neurologiques dégénératives).

Dans la première partie, nous ferons une brève mise au point des connaissances actuelles sur les PEAP, et nous rapporterons les résultats de l'étude à laquelle nous avons travaillé, avec l'équipe du service d'explorations fonctionnelles du Professeur COURJON à l'hôpital Neurologique de Lyon, pour la mise au point de cette technique.

Dans une deuxième partie, nous verrons l'application des PEAP dans le diagnostic du Neurinome de l'Acoustique.

- d'abord les résultats d'une étude rétrospective de 13 neurinomes opérés et confirmés (plus 3 non opérés) provenant des services des Professeurs MORGON et FISCHER
- ensuite, une étude prospective faite dans le service du Professeur MORGON sur 31 malades fortement suspects de neurinomes, nous permettra de mieux situer la place des PEAP dans le bilan du diagnostic des neurinomes de l'acoustique.

Chacune de ces études sera suivie des résultats donnés par d'autres auteurs.

P R E M I E R E P A R T I E
=====

I - GENESE DES PEAP

I - A - HISTORIQUE

Depuis longtemps déjà des réponses évoquées par une stimulation auditive ont pu être enregistrées :

- par une électrode au niveau de la fenêtre ronde
(FROMM et Col. 1935 ; LEMPert et Col., 1947 ; RUBBEN et Col.
1960-1961)
- par une électrode au niveau du conduit auditif externe (YOSHIE'S et Col.
1967)
- par une électrode transtympanique (PORTMANN et Col., 1967-1968 ;
ARAN et DELAUNAY 1969)

SOHMER et FEINMESSER (67) furent les premiers à enregistrer à distance (lobule de l'oreille) une réponse évoquée précoce à une stimulation auditive. Celle-ci se composait de quatre ondes négatives, dont les auteurs ne précisaient pas l'origine, hormis les deux premières qu'ils attribuaient au potentiel d'action cochléaire. Ils émirent cependant l'idée selon laquelle les ondes suivantes pouvaient provenir des noyaux auditifs du Tronc cérébral.

JEWETT, (70) et Col. (70), JEWETT et WILLISTON (71) précisèrent la technique d'enregistrement à distance de ces potentiels du Tronc cérébral, en décrivent les principales composantes, et en évoquèrent les principales applications cliniques.

Depuis, de nombreux auteurs en ont précisé les applications ; pour l'audiométrie d'abord, tant chez l'enfant que chez l'adulte ; puis pour le diagnostic des affections du nerf auditif et du tronc cérébral, tumorales ou dégénératives.

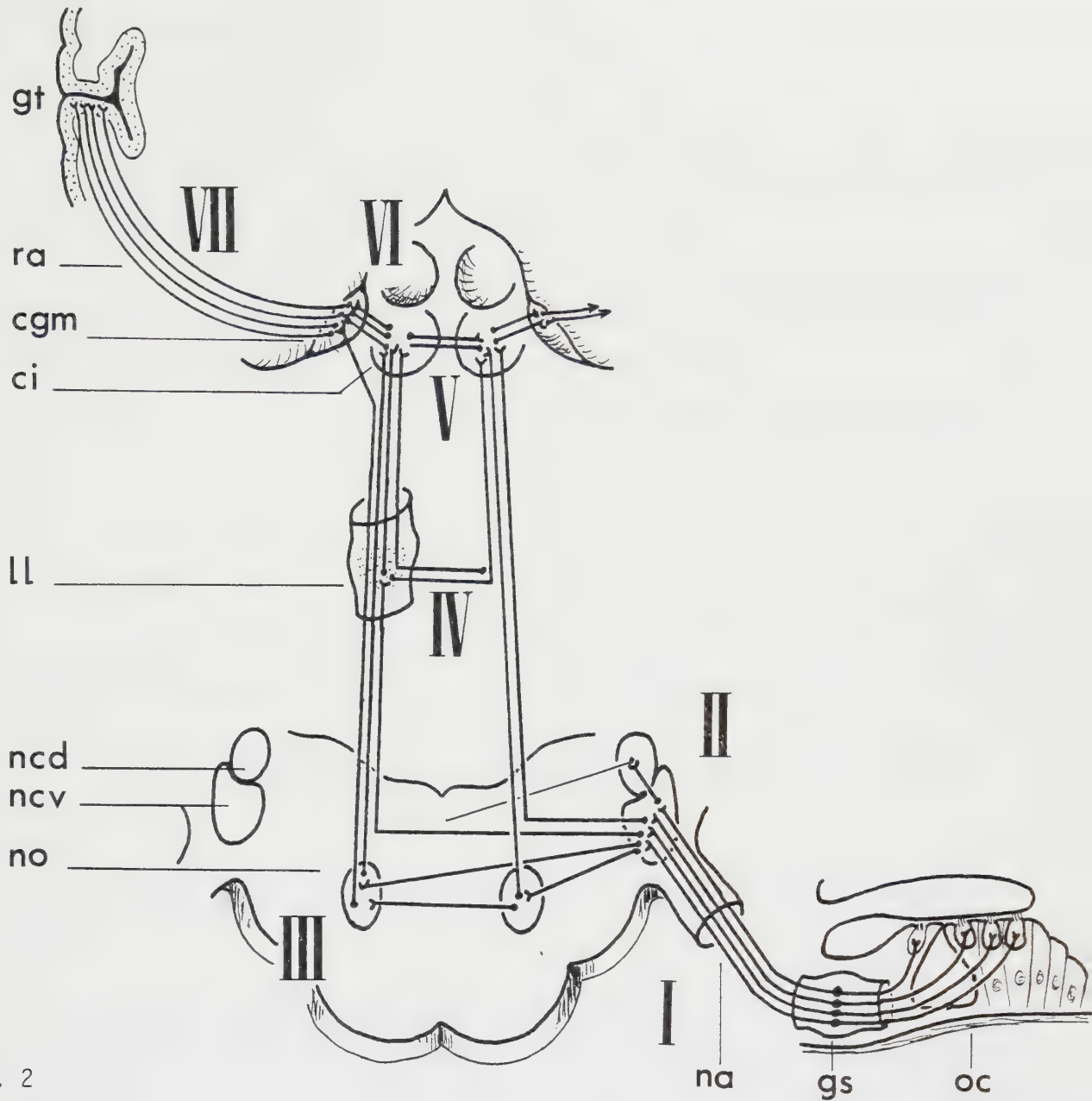


fig. 2

Légendes :

gt = gyrus temporalis (Aire 41 de BRODMANN)

ra = radiations acoustiques

cgm = corps géniculé médian

ci = colliculus inférieur

ll = lemniscus latéral

ncd = noyau cochléaire dorsal

ncv = noyau cochléaire ventral

no = noyaux olivaires

na = nerf acoustique

gs = ganglion spiral

oc = organe de Corti

I- B - RAPPEL ANATOMO-PHYSIOLOGIQUE DES VOIES AUDITIVES

Les voies auditives ont un trajet complexe depuis l'organe de Corti véritable récepteur sensoriel, jusqu'au Cortex, siège de l'intégration du message sonore et de sa compréhension ; en passant par le tronc cérébral, siège d'un certain nombre de fonction-réflexes :

- localisation des sons et orientation, dues aux noyaux du lemniscus latéral qui seraient sensibles à des différences de phases inter-auriculaires (UZIÉL -79) et également aux noyaux olivaires supérieurs :
 - noyaux olivaires supérieurs latéraux, sensibles à la différence d'intensité inter-auriculaire d'un son ;
 - noyaux olivaires supérieurs para-médians, sensibles à une différence de phase des sons et au délai d'arrivée de sons dans chaque oreille (HARRISON J.M. - 78)
- réflexe d'orientation occulo-céphalogyre et réflexe stapédien, dus aux rapports des voies auditives avec les noyaux des nerfs moteurs VI et VII.
- fonction d'éveil, par leurs rapports avec le système réticulaire.

De l'organe de Corti au Cortex, il existe plusieurs neurones et relais :

1) le Premier neurone : il part des cellules ciliées de l'organe de Corti ; à son corps cellulaire dans le ganglion spiral, chemine dans le nerf auditif dont il constitue 95 % des fibres et se termine dans le noyau cochléaire ventral après s'être divisé en deux branches : ascendante (allant au noyau cochléaire antéro-ventral) et descendante (allant au noyau cochléaire postéro-ventral).

2) les noyaux cochléaires : ils sont au nombre de trois principaux : deux noyaux cochléaires ventraux et un noyau cochléaire dorsal.

Les noyaux cochléaires ventraux reçoivent toutes les fibres provenant de l'organe de Corti. Ils constituent le premier relai. A leur niveau, le nombre des fibres nerveuses a déjà plus que doublé.

- une partie du noyau cochléaire postéro-ventral donne des fibres qui vont au noyau cochléaire dorsal. Celui-ci donne naissance à des fibres qui vont former les stries acoustiques au niveau du plancher du 4e ventricule, puis gagner les formations réticulées. Cette voie, dite d'"éveil" s'oppose à la voie sensorielle ventrale ;

- du noyau cochléaire antéro-ventral, ainsi que d'une partie du noyau cochléaire postéro-ventral, partent les deutoneurones qui forment le corps trapézoïde.

3) le corps trapézoïde : celui-ci passe en avant de l'olive supérieure protubérantielle à laquelle il abandonne quelques fibres qui vont former la faible partie du ruban de Reil latéral ipsilatéral, soit directement, soit après avoir fait relai dans l'olive supérieure. Puis il croise la ligne médiane, arrive au voisinage de l'olive supérieure contro-latérale. Il se redresse alors et forme l'essentiel du ruban de Reil latéral contro-latéral après avoir fait, pour certaines fibres également, relai dans l'olive supérieure contro-latérale.

Le corps trapézoïde contient également à ce niveau des fibres de connexion inter-olivaire (commissure de HELD).

4) le ruban de Reil latéral ou Lemniscus latéral : il est constitué pour l'essentiel de fibres contro-latérales venues du noyau cochléaire ventral opposé et, pour partie, de fibres ipsilatérales. Il remonte à travers la protubérance et les pédoncules cérébraux pour arriver au niveau du Corps Genouillé Médian et du Colliculus inférieur, derniers relais sous-corticaux. Au niveau pédonculo-protubérantiel, le lemniscus latéral présente des noyaux dans lesquels un certain nombre de fibres font relais, et vont alors croiser la ligne médiane (commissure de PROBST) avant de rejoindre le lemniscus latéral contro-latéral pour arriver au Colliculus inférieur.

5) le Colliculus inférieur : il reçoit donc la presque totalité des fibres du Lemniscus latéral, afférences ipsi et contro-latérales. Il semble être le siège d'un certain degré d'intégration du message sonore, mais aussi d'autres stimulations sensorielles, puisqu'il a des afférences vestibulaires, somesthésiques et visuelles (UZIEL - 1979).

6) les voies Thalamo-corticales : les neurones ont leur corps cellulaire dans les corps genouillés et forment les radiations acoustiques qui vont aller jusqu'au Cortex temporal (aire 41 de BRODMANN) au niveau de la berge inférieure de la vallée Sylvienne. A ce niveau existe une tonotopie très précise. La projection corticale des voies auditives est bilatérale. Au total, nous remarquerons ;

- qu'il existe à deux niveaux des relations entre les deux côtés (commissures de HELD et de PROBST)
- que la plupart des voies sont croisées
- que le Colliculus inférieur peut être activé par des voies parallèles ayant, depuis les noyaux cochléaires, un ou plusieurs neurones, ipsi et contro-latéraux.

Sur le schéma(p.suiv.) nous avons noté l'origine présumée des différentes composantes des PEAP. (fig. 2)

A côté de ces voies auditives afférentes, il existe un système de fibres efférentes:

Celles-ci, peu nombreuses ont leur origine au niveau du Cortex (aire auditive temporale) ; ont un premier relai au niveau du corps genouillé médian (noyau ventral) pour certaines, et du colliculus inférieur (noyaux péri-centraux et dorso-médians) pour les autres ; un deuxième relais au niveau des noyaux olivaires supérieurs et des noyaux cochléaires dorsaux bilatéraux (HARRISON - 1978).

Enfin, le dernier neurone emprunte le nerf vestibulaire pour se terminer au niveau des cellules ciliées externes de l'organe de Corti.

Leur fonction est mal connue, mais semble être essentiellement une régulation par inhibition, à différents niveaux des voies ascendantes.

I - C - Notions actuelles sur l'origine des différentes ondes des PEAP

- JEWETT (69) (70) détermine la topographie des différents générateurs de ces ondes chez le chat.

- pour les premières ondes, en faisant le rapprochement avec celles enregistrées par électrocochléographie au niveau de la fenêtre ronde ;

- pour les ondes suivantes, en s'appuyant sur les travaux antérieurs d'autres auteurs qui avaient enregistré par des électrodes l'activité des différents noyaux auditifs du tronc cérébral chez le chat.

- BUCHWALD et HUANG (75) confirment ces différentes localisations par des expériences de destruction et de sections: transversales étagées; et sagittales du tronc cérébral chez le chat.

Ces auteurs (HUANG et BUCHWALD - 77) retrouvent ces localisations deux ans plus tard par des expériences de détection in-situ par des électrodes placées au niveau de ces différents noyaux.

Ainsi l'on pouvait déjà préciser que :

- l'onde V nécessite l'intégrité du colliculus inférieur et dépend largement des voies auditives croisées
- l'onde IV nécessite l'intégrité du noyau ventral du lemniscus latéral et de la région pré-olivaire voisine
- l'onde III nécessite l'intégrité du noyau olivaire supérieur controlatéral ; elle disparaît après une section sagittale du tronc cérébral.
- l'onde II dépend du noyau cochléaire ipsilatéral à la stimulation
- l'onde I enfin, du nerf cochléaire, et semble représenter le potentiel d'action global de ce nerf.

Dès le début cependant, JEWETT précisait que, à part les ondes I et II, les ondes suivantes avaient certainement plusieurs générateurs. Parallèlement chez l'homme, différents auteurs ont comparé les PEAP avec les vérifications anatomiques des lésions observées au niveau du tronc cérébral de ces malades, et confirment les données trouvées chez le chat.

Ainsi :

- . ACHOR et STARR (76) concluent que :
 - l'onde I reflète bien l'activité du nerf auditif
 - les ondes II et III, celle des noyaux cochléaires, du corps trapézoïde et du lemniscus latéral
 - les ondes IV et V celle du lemniscus latéral et du colliculus inférieur.

Ces auteurs précisent l'origine contro-latérale de certaines ondes : ils notent dans un cas la diminution de l'amplitude des ondes III et IV/V des PEAP par une stimulation droite chez un malade ayant une lésion du mésencéphale gauche.

- . d'autres exemples ont été donnés par la suite, et nous rapporterons les plus récents (C. FISCHER et Col. 80) :

- un volumineux astrocytome temporal gauche, avec extension sous-thalamique, sans distorsion du tronc cérébral, donnait une diminution de l'amplitude des ondes IV et V des PEAP après stimulation droite;
- une ischémie du tronc cérébral due à une atteinte globale de l'artère pédonculo-quadrigéminale, branche initiale de l'artère cérébrale postérieure droite, donnait un retard de la latence du pic V gauche;
- . le cas enfin d'un neurinome (EXB...) étudié p. 43.

- . STOCKARD et ROSSITER (77) montrent que les ondes VI et VII proviennent vraisemblablement du thalamus et des radiations acoustiques thalamo-corticales. La plupart des auteurs sont très discrets quant à l'origine de ces ondes.

- . SPIRE et Col. (80) confirment bien l'origine de P_1 au niveau du nerf auditif, et peut-être également d'ailleurs, d'une composante de P_2 , par l'enregistrement in vivo chez l'homme de ces potentiels par une micro-électrode d'argent posée sur le nerf auditif au cours de l'exploration chirurgicale de cette région pour décompression du nerf trijumeau.

Sans invoquer la pluralité des générateurs certains auteurs émettent des hypothèses physiopathologiques pour expliquer certains tracés :

- STOCKARD et Col.(77) attirent l'attention sur le fait que les générateurs ne sont pas seulement activés "en série" mais le sont également "en parallèle" : ainsi une lésion inférieure du pont qui toucherait les voies allant des noyaux cochléaires au complexe olivaire supérieur, sans toucher la voie directe allant du noyau cochléaire au colliculus inférieur, donnerait un allongement de l'intervalle I-III sans modifier pour autant l'intervalle I-V;

- FEBLOT et CONRAUX (79) apportent l'observation d'une lésion bulbaire entraînant la disparition précoce de l'onde II, lorsque l'intensité de la stimulation diminue, mais avec un tracé normal par la suite. Les auteurs expliquent cette possibilité d'absence d'une onde alors que les suivantes sont normales, par le fait qu'à ce niveau les potentiels unitaires n'étant plus synchrones de la stimulation sonore, ne peuvent donc plus être extraits du bruit de fond et n'apparaissent donc pas sous forme de pic après moyennage. Par contre, à un niveau supérieur, ils pourraient être de nouveau synchronisés, et le moyennage permettrait alors de mettre en évidence un pic.

Mais la pluralité des générateurs pour chacune des ondes, déjà évoquée par JEWETT (69) sauf peut-être pour l'onde I, semble actuellement bien admise :

- ALLEN et STARR (78) comparant les PEAP obtenu en différents points du scalp chez le macaque et l'Homme, montrent que si les ondes I et V proviennent sans doute de générateurs isolés, les ondes II, III, et IV proviennent vraisemblablement de structures bilatérales.
- ACHOR et STARR (80) par la mise en place stéréotaxique chez le chat d'électrodes en un grand nombre de points du tronc cérébral, montrent que plusieurs points ont une activité électrique importante contemporaine d'une onde donnée enregistrée à distance.

Dans une deuxième série d'expériences, les mêmes auteurs font des lésions très ponctuelles au niveau de différents noyaux et relais auditifs du tronc cérébral chez le chat. Ces lésions ont des effets complexes, mais le plus souvent se traduisent par la diminution d'amplitude d'une ou plusieurs ondes. Elles ne les font pas disparaître (sauf la destruction du nerf auditif qui fait disparaître P_1). Ils montrent encore

- qu'on ne peut associer de manière directe la lésion d'une structure donnée avec l'altération d'un composant précis des PEAP,
- que les effets de ces lésions, hormis celles de la ligne médiane, sont très différents pour les stimulations ipsi et contralatérales.

Si l'unanimité se fait pour dire que l'onde I traduit l'activité du nerf auditif, et que l'onde II est générée au niveau ou à proximité des noyaux cochléaires, pour chacune des autres ondes, il semble bien évident qu'il existe plusieurs générateurs : DAVIS (79).

Il existe en effet, plusieurs voies auditives parallèles, et une structure comme le colliculus inférieur peut être activée de façon dissociée dans le temps par plusieurs voies. En outre, une structure donnée peut donner successivement plusieurs influx nerveux.

Une électrode intra-crânienne enregistre ce qui se passe dans une région très limitée, alors qu'à distance on enregistre l'ensemble des phénomènes bio-électriques, synchrones d'une stimulation auditive, se produisant à un instant donné.

Il ne s'agit pas seulement de l'activation successive de plusieurs relais.

Il semble qu'il faille considérer les PEAP comme la résultante d'une distribution spatiale et temporelle complexe, d'événements électriques à l'intérieur des voies auditives du tronc cérébral ; cela semble infirmer toute relation simple et ponctuelle entre une composante donnée des PEAP et un lieu anatomique précis.

Il semble bien qu'en pathologie où les lésions sont rarement très ponctuelles au niveau du tronc cérébral, du moins quand on les suspecte déjà cliniquement, on puisse conserver la correspondance décrite par les premiers auteurs entre une structure anatomique -pouvant d'ailleurs bien être le générateur principal- et une onde donnée des PEAP.(fig. 2)

II - ETUDE DES PEAP CHEZ 50 SUJETS TEMOINS

II - A - Matériel et techniques d'enregistrement

Le laboratoire est équipé d'un mini-ordinateur SEMS-SOLAR 16, utilisant un système original, le système EVØQ, mis au point par le CEMI (Centre de technologie biomédicale de l'INSERM de Lyon,) et le laboratoire d'EEG de l'Hopital Neurologique de Lyon (Pr COURJON)

EVØQ est un système qui permet d'extraire des réponses évoquées cérébrales sur un grand nombre de voies. Il est constitué de 3 programmes

- un éditeur configurateur qui permet de préconfigurer plusieurs types d'expériences ;

- un programme d'acquisition, qui permet de moyenner les réponses sur 512 points d'analyse et de les stocker sur disquettes magnétiques.

Il assure également le pilotage automatique des stimulateurs.

- un programme de gestion et de traitement des fichiers magnétiques de résultats (MARAVAL et Col. 80)

Ce mini-ordinateur est couplé avec :

- un stimulateur : générateur de clicks CEMI T-009

sélecteur de fréquences CEMI T-028

atténuateur d'intensité CEMI T-005

- un casque : SCINTREX - MK IV

- un amplificateur : GRASS-POLYGRAPH Model 7

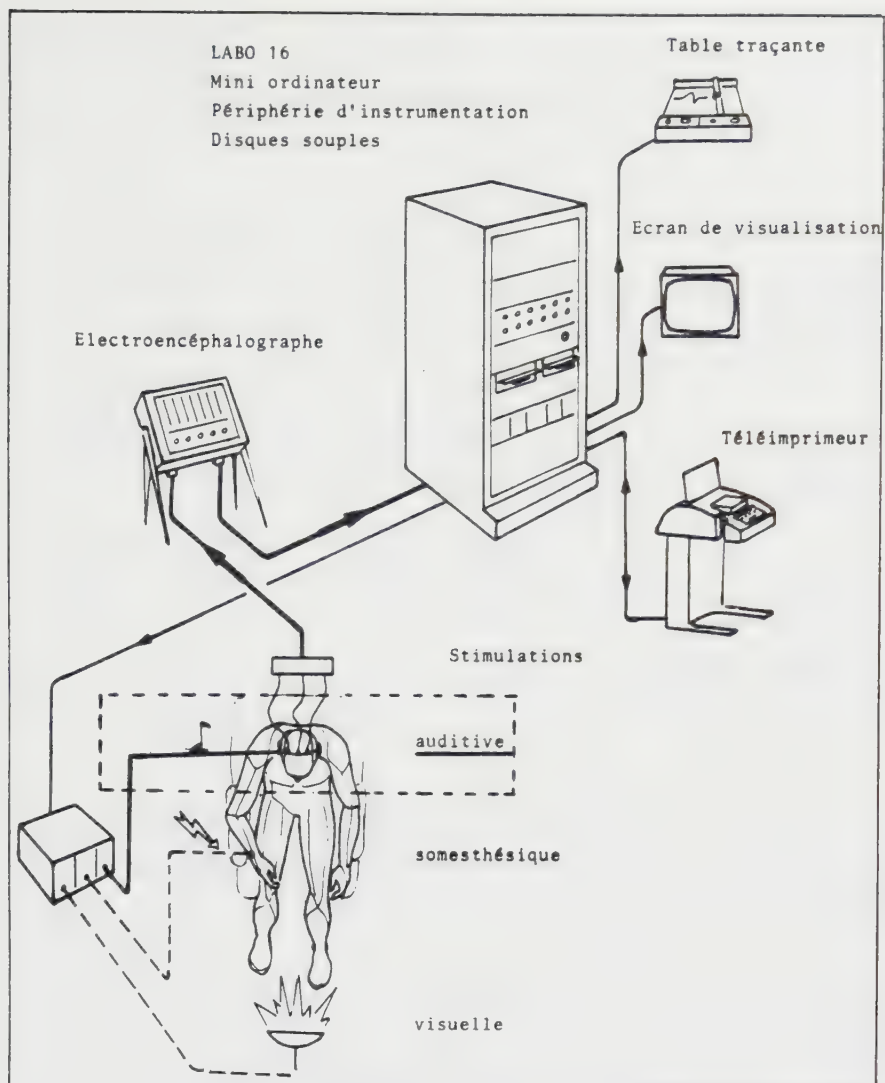
- un filtre passe bande : CEMI T-038, de 150 et 250/3000 Hz ayant une pente de coupure de 24 dB/octave

- un écran de visualisation : TEKTRONIX 604, permettant de suivre la réponse en cours d'enregistrement, et sur lequel on peut directement la photographier ;

- une table traçante SEFRAM TGV-101.(fig. 3)

Le sujet est allongé dans une cabine isolée et insonorisée.

L'enregistrement E.E.G. est continu pendant l'examen, afin de s'assurer de la bonne relaxation du sujet. L'ordinateur rejette d'ailleurs les réponses qui seraient contemporaines d'un artéfact important dû à une contraction musculaire (déglutition, toux...)



Configuration du matériel impliqué dans le système EVØQ.

fig. 3 - Installation du Laboratoire

Il est important par ailleurs de bien préciser les techniques d'enregistrement. En effet, de nombreux facteurs peuvent modifier l'aspect de la réponse....

1) la stimulation sonore :

Elle peut avoir une grande influence sur l'aspect de la réponse, en fonction de son intensité, de sa récurrence, et de sa nature même (clicks, tone Burst):

°/L'intensité de la stimulation

quand l'intensité de la stimulation diminue, la latence des ondes augmente, et leur amplitude diminue.(fig. 6)

L'onde V est celle qui reste le plus longtemps quand on diminue l'intensité.

(JEWETT et Col. , 70; LEV et SOHMER, 72 ; LIEBERMANN et Col. 73 ; HECOX et GALAMBOS, 74)

°/la fréquence de récurrence des stimuli

quand la fréquence de récurrence augmente, la latence des ondes diminue ainsi que leurs amplitudes (SCOTT & HARKINS 78 ; CHIAPPA et Col. 79)

L'amplitude du pic V est la moins modifiée par les hautes fréquences de récurrence (50/sec. ou plus), ce qui permet un examen plus rapide, si l'on recherche surtout un seuil audiométrique, en suivant l'onde V, (MARILLAUD et FONTANEL, 76 ; MERERE 77)

Nous utilisons pour notre part des "clicks filtrés" de 2000 et 4000 Hz, produits par des impulsions électriques rectangulaires de 0,1 m sec. alternées en opposition de phase et de façon aléatoire afin d'éliminer le potentiel microphonique qui gênerait l'interprétation de l'onde I.

Ces clicks sont répétés 10 fois par seconde, avec un intervalle variable de 100 ± 1 m sec. entre chacun. Le temps d'analyse, de 12 m sec. pour les témoins est de 15 m sec. pour les enregistrements en pathologie.

2) Le masking controlatéral

Son influence sur la réponse a été discutée (TERKILDSSEN et Col. 73 ; CHIAPPA et GLADSTONE 78). En pratique il semble bien que celui-ci ne modifie pas la réponse, et doit être utilisé selon les règles classiques de l'audiométrie.

3) L'emplacement des électrodes

a été également longtemps discuté (TERKILDSEN et Col. 74-75 ; MARTIN et MOORE, 77 ; DESPLAND et GALAMBOS, 79).

La plupart des auteurs utilisent actuellement une dérivation Vertex (électrode active) / mastoïde ou lobule de l'oreille (électrode de référence) ; la terre étant reliée au front; les électrodes sont piquées ou collées.

C'est cette dérivation - Vertex/mastoïde - que nous utilisons, avec des électrodes de contact.

4) Les Filtres

Le signal détecté par les électrodes passe dans un filtre passe-bande avant d'être moyenné. Les niveaux de coupure de ces filtres, ainsi que leur caractéristiques propres (pente de la coupure) modifient sensiblement les réponses, dans leur morphologie, mais aussi dans leurs latences (voir fig.4 et 5)

(DON et EGGERMONT - 78 ; UZIEL - 79 ; CACACE et Col. 80).

En pratique, nous utilisons un filtre passe-bas de 3000 Hz, et deux filtres passe-haut:

250 Hz, facilitant l'interprétation des ondes I,II,III et VI, dans la recherche de lésions du tronc cérébral ;

150 Hz, permettant de mieux suivre l'onde V quand on recherche un seuil audiométrique.

Nous comprenons alors l'intérêt de toujours préciser, dans une étude les caractéristiques des filtres et des stimulations ainsi que l'emplacement des électrodes, afin de pouvoir comparer les résultats obtenus par les différents auteurs.

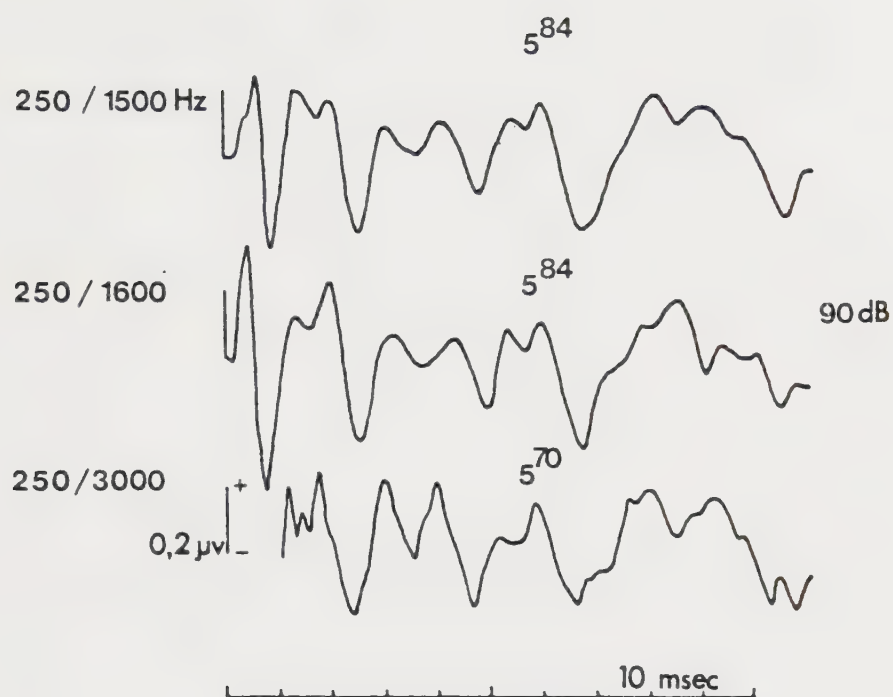


fig. 4 - Modifications des PEAP lorsque varie le filtre passe-bas.

Quand on diminue la fréquence de coupure du filtre passe-bas, on voit diminuer l'amplitude des ondes II et III essentiellement, et s'allonger les latences.

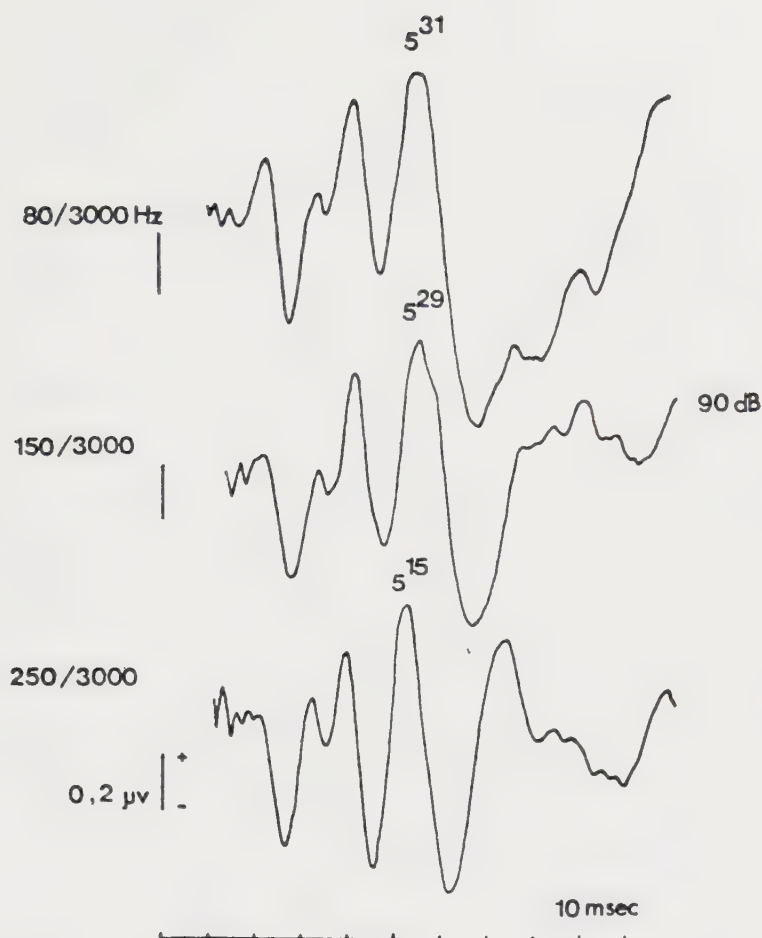


fig. 5 - Modifications des PEAP l'orsque varie le filtre passe-haut.

Quand on diminue la fréquence de coupure du filtre passe-haut, on voit diminuer l'amplitude de l'onde VI mais augmenter celle de l'onde I ; on note également un allongement des latences.

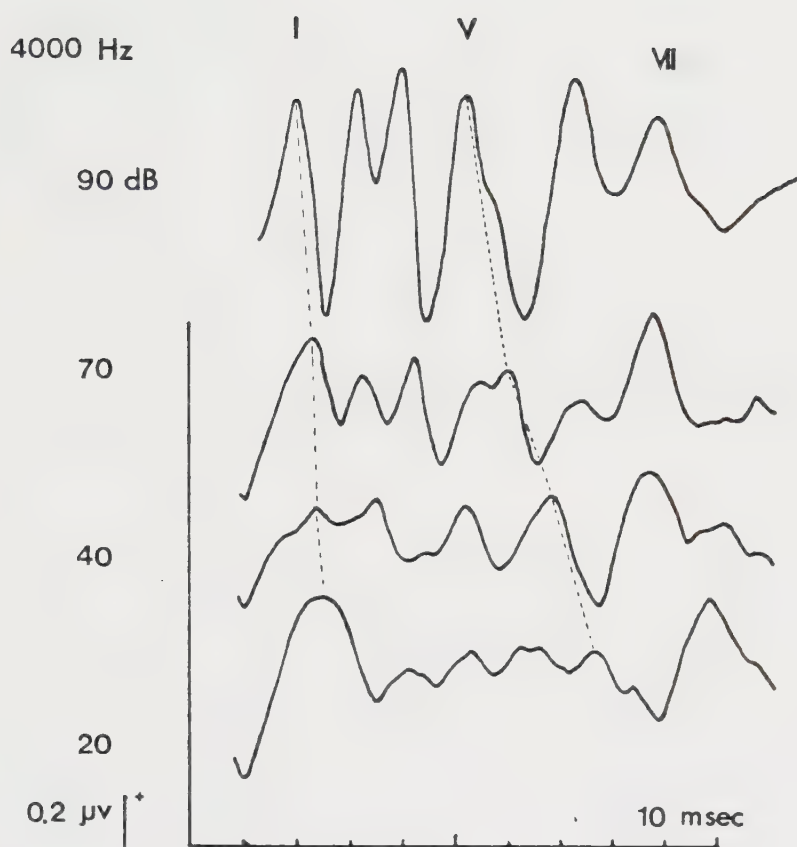


Fig. 6 Exemple d'une approche du seuil audiométrique :

L'oreille du sujet est stimulée automatiquement par des clics de 90, 70, 40 et 20 dB, envoyés de manière aléatoire jusqu'à obtenir 2000 stimulations par intensité, et cela grâce à l'un des programmes préétablis par le système EVØQ.

II - B - Résultats chez les 50 témoins : les valeurs normales

Nous avons enregistré les PEAP chez 50 témoins, 32 hommes et 28 femmes, âgés de 20 à 60 ans, avec une moyenne de 35 ans. Ils ont tous eu un audiogramme, normal, avant l'enregistrement.

Le programme utilisé a été le même pour tous : application par casque, de clicks filtrés de 4000 Hz, à des intensités différentes (90 - 70 - 40 - 20 dB) et dans une séquence aléatoire, jusqu'à obtenir la sommation de 2000 stimulations par intensité (soit 8000 clicks par oreille).

Tous ces enregistrements ont été stockés sur fichier magnétique. Le programme EVØQ nous a permis l'acquisition, et les différents calculs de latence et de moyennes ; il nous a notamment donné la courbe moyenne des enregistrements des 50 oreilles droites et des 50 oreilles gauches (fig. 7, ci-dessous)

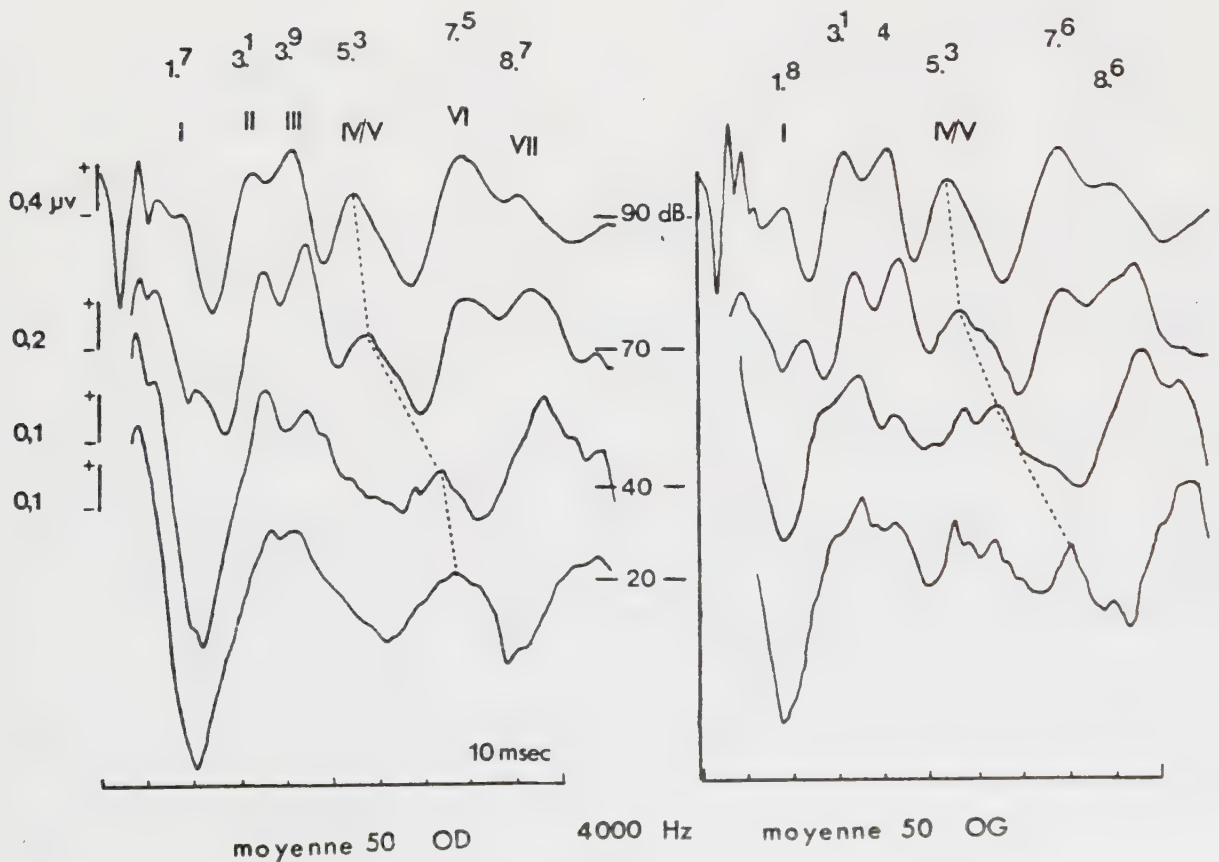


fig. 7 - Courbe moyenne des PEAP des 50 O.D. et 50 O.G.

1) Latence :

Nous avons calculé la latence de chaque onde aux quatre intensités puis la moyenne des latences des 50 témoins pour chaque onde et chaque intensité. Nous les reportons dans le Tableau I, précisant chaque fois successivement: La moyenne ($\bar{x}$), l'écart type (DS) (exprimé en milliseconde : m sec.) et le nombre d'échantillons (n) pour chaque moyenne (nous ne considérons plus alors 50 témoins, mais 100 oreilles testées. Le chiffre "n" est toujours inférieur à 100, car il n'a pas été possible d'identifier chaque fois toutes les ondes). Pour des raisons pratiques, suivant SELTERS et BRACKMANN (77), nous appellerons Tx la latence d'une onde. Ex. Tv : latence onde v.

TABLEAU I - Latences

	90 dB			70 dB			40 dB			20 dB		
	$\bar{x}$	DS	n	$\bar{x}$	DS	n	$\bar{x}$	DS	n	$\bar{x}$	DS	n
T _I	1.88	0.09	90	2.16	0.15	74	2.43	0.19	16	2.37	0.22	4
T _{II}	3.07	0.17	95	3.30	0.17	68	3.51	0.12	6			
T _{III}	4.01	0.16	97	4.26	0.20	86	4.59	0.44	10	4.70	0.52	3
T _{IV}	5.23	0.17	61	5.44	0.22	59	6.01	0.60	7			
T _{IV/V}	5.36	0.21	31	5.66	0.20	12						
T _V	5.93	0.25	65	6.17	0.23	73	6.94	0.40	50	7.76	0.64	24
T _{VI}	7.50	0.26	81	7.64	0.26	75	8.52	0.38	38			
T _{VII}	8.76	0.23	72	9.05	0.28	59						

Tableau des latences moyennes des 50 témoins

Annexe du Tableau I

Ce tableau nous amène à faire quelques remarques.

- l'onde I n'est retrouvée que dans 90 % des cas à 90 dB : c'est en raison de l'artéfact dû au potentiel microphonique, qui gêne son interprétation dans certains tracés, alors qu'à des intensités plus faibles, cette onde I est retrouvée, relativement aux autres ondes, plus fréquemment en raison de l'allongement de sa latence et de la diminution de l'amplitude de l'artéfact.
 - l'onde III est la plus constante, après les ondes V et IV/V réunies, pour les fortes intensités.
 - l'aspect IV/V est trouvé dans un tiers des cas à 90 dB, dans 12 % des cas à 70 dB, et n'est plus retrouvé par la suite. En effet, quand l'intensité diminue le pic V, d'abord "noyé" dans l'onde IV/V, semble s'individualiser progressivement.
- C'est ainsi que dans certains cas d'interprétation délicate, l'onde V est identifiée aux faibles intensités d'abord, puis retrouvée, à posteriori, à 90 dB dans le complexe IV/V.
- l'onde VI est trouvée de manière assez constante à 90 dB (81 % des cas) alors que l'onde VII l'est un peu moins (72 % des cas).
 - pour l'interprétation des tracés pathologiques, il est parfois difficile, dans un tracé pauvre et désorganisé, d'identifier l'onde V. Le fait que l'onde VI n'a jamais (au risque 0,05) une latence inférieure à 7 m sec. peut aider à son identification et par là, à celle de l'onde V.

T-V

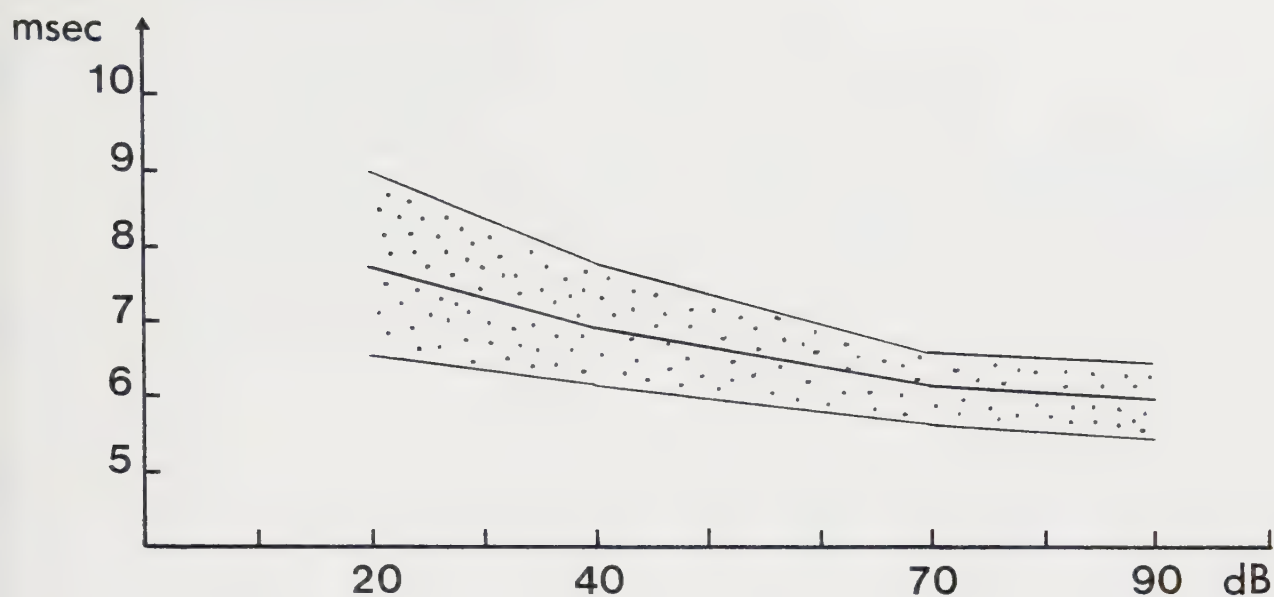


fig. 8 Courbe des latences normales (au risque 0.05) de l'onde V aux différentes intensités, avec 2 DS de part et d'autre de la moyenne.

Nous considérons comme normale (au risque 0.05) toute latence entrant dans la fourchette de 2 DS de part et d'autre de la moyenne.

2) Intervalles inter-pics:

Nous avons calculé les intervalles entre les principaux pics pour chaque témoin.

Puis nous avons calculé les moyennes et leurs déviations standard, que nous avons reportées dans le tableau ci-dessous, précisant également successivement pour chaque intensité - la moyenne des intervalles ($\bar{x}$), l'écart type de cette moyenne (DS), et le nombre d'échantillons (n) sur lequel cette moyenne a été réalisée.

		90 dB			70 dB			40 dB		
		$\bar{x}$	DS	n	$\bar{x}$	DS	n	$\bar{x}$	DS	n
I N T E R V A L L E S	I/II	1.19	0.21	82	1.15	0.21	61			
	I/III	2.14	0.19	82	2.10	0.25	69			
	I/IV/V	3.46	0.27	27						
	I/V	4.09	0.24	58	4.02	0.26	61	4.24	0.56	11
	III/V	1.93	0.26	63	1.90	0.23	64			

Tableau II : moyennes des intervalles

3) Différences inter auriculaires (I.T.)

Nous avons calculé les différences inter-auriculaires (OG/OD) des latences de chaque pic, pour chaque témoin, puis en avons calculé les moyennes ($\bar{x}$) et leurs écart types (DS) en msec ; comme précédemment nous précisons le nombre d'échantillon (n) avec lequel chaque moyenne a été réalisée.

	90 db			70 dB			40 dB		
	$\bar{x}$	DS	n	$\bar{x}$	DS	n	$\bar{x}$	DS	n
I.T.- I	0.10	0.09	37	0.10	0.10	27			
I.T.- II	0.14	0.10	47						
I.T.-III	0.11	0.10	47	0.10	0.08	37			
I.T.-IV/V	0.12	0.10	9						
I.T.- V	0.18	0.15	28	0.17	0.14	29	0.22	0.19	12
I.T.-VI	0.16	0.11	37						

Tableau III : différences inter-auriculaires des pics

	I	II	III	IV/V	V	VI
90 dB	0.28	0.34	0.31	0.32	0.48	0.38
70 dB	0.31		0.27		0.45	

En pratique, au risque 0.05, il faut que l'écart inter-auriculaire pour l'onde V (I.T.-V) soit inférieur à 0.48 msec. ($\bar{x} + 2 \text{ DS}$) pour être considéré comme normal. Nous donnons également dans le tableau ci-dessus, la limite supérieure ($\bar{x} + 2 \text{ DS}$) pour les autres pics.

4) Amplitude des pics

Nous avons enfin calculé l'amplitude des ondes I et V.

Le calcul de l'amplitude des pics ne fait pas l'unanimité des auteurs.

Certains calculent la distance existant entre le sommet du pic et une ligne joignant la base des deux ondes négatives l'encadrant (1); d'autres calculent la distance entre le sommet du pic, et la base de l'onde négative la suivant (2). C'est cette méthode que nous avons choisie. La valeur de l'amplitude est donnée en microvolt.

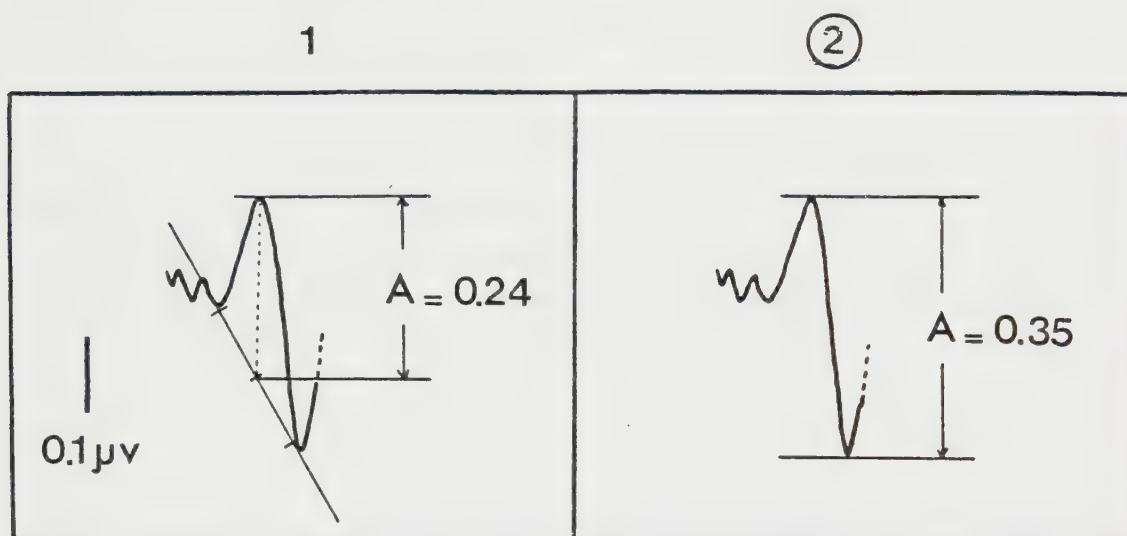


fig. 9 - Schéma de deux méthodes pour calculer l'amplitude

L'amplitude est une des caractéristiques les moins constantes en valeur absolue. C'est pourquoi il est intéressant de calculer le rapport existant entre l'amplitude de deux ondes, ce que nous avons fait pour les ondes I et V.

A M P L I T U D E à 90 dB		$\bar{x}$	DS
	A_I	0.46	± 0.22
	A_V	0.59	± 0.23
	$\frac{A_I}{A_V}$	84 %	$\pm 39 \%$

TABLEAU IV : AMPLITUDES

II - C - Comparaison des résultats avec ceux trouvés par d'autres auteurs.

- La latence absolue des différents pics varie sensiblement d'un laboratoire à l'autre ; c'est dire l'importance avant d'interpréter des PEAP en pathologie, d'avoir réalisé, dans chaque laboratoire une série de PEAP chez des témoins, afin de bien connaître les valeurs normales.
- Par contre, les intervalles inter-pics sont d'une valeur beaucoup plus stable, et variant peu d'un laboratoire à l'autre. Nous donnons ci-dessous un tableau comparatif de quelques séries trouvées dans la littérature, ainsi que dans notre étude.

Cet intervalle inter-pic, I - V notamment, varie peu avec l'intensité de la stimulation (cf Tableau II p.28)
Ceci explique son importance en pathologie lorsque l'on veut comparer les réponses des deux oreilles chez un sujet ayant une hypoacousie asymétrique.

		I - II	I - III	I - V	III - V
STOCKARD - ROSSITER	77		2.10 ± 0.20	4.00 ± 0.20	1.90 ± 0.20
STARR	77			3.90 ± 0.20	
ROWE	78	1.03 ± 0.21	1.97 ± 0.16	3.94 ± 0.22	1.97 ± 0.18
CHIAPPA	78		2.1 ± 0.15	4.0 ± 0.23	1.90 ± 0.18
GILROY-LYNN	78	1.12 ± 0.15	2.05 ± 0.15	3.83 ± 0.13	
KJAER	79	1.09 ± 0.15	2.13 ± 0.13	4.16 ± 0.20	2.03 ± 0.17
FREYSS	79		2.1 ± 0.30	4.0 ± 0.20	1.9 ± 0.20
UZIEL	79	1.18 ± 0.12	2.17 ± 0.17	3.97 ± 0.22	1.80 ± 0.19
COLIN-FISCHER	80	1.14 ± 0.21	2.14 ± 0.19	4.09 ± 0.24	1.93 ± 0.26

Tableau V : comparaison des intervalles inter-pics retrouvés par plusieurs auteurs et dans notre étude.

II - D - Variations physiologiques des PEAP

- L'état de conscience ou de vigilance du sujet ne modifie pas la réponse précoce (DESPLAND - GALAMBOS - 79 ; SOHMER et Col. 78); ceci explique l'intérêt des PEAP dans l'audiométrie notamment chez l'enfant, et aussi dans l'exploration du tronc cérébral chez les comateux.

- L'âge : les latences augmentent légèrement avec l'âge du sujet.

- Le sexe : la latence de l'onde V est un peu plus courte chez la femme (0,25 m sec.), de façon significative (THOMSEN et Col. 78).

- Le côté auriculaire :

Nous avons cherché s'il existait une différence entre les latences des oreilles gauche et droite. Quand elle existe, cette différence, chez le sujet normal, est minime, et statistiquement non significative, et on ne retrouve pas de différence statistiquement significative entre le groupe "oreilles droites" et le groupe "oreilles gauches".(voir p. 24)

Nous insisterons enfin sur la nécessité d'une technique d'enregistrement parfaite. Les potentiels que l'on cherche à analyser sont en effet de très faible intensité par rapport à l'activité cérébrale.

Si leur enregistrement ne pose guère de problème dans le cadre d'un sujet normal, il n'en est pas de même pour l'enregistrement des potentiels pathologiques.

On ne peut et ne doit interpréter qu'une courbe qui est bien une réponse du Tronc cérébral.

Deux moyens permettent de nous aider :

- sachant qu'une réponse évoquée précoce auditive est reproductible chez un individu, on doit faire plusieurs fois le même enregistrement en cas de doutes, avec les mêmes caractéristiques de stimulation, afin de vérifier que le phénomène électro-physiologique enregistré est bien toujours le même.
- sachant que la latence des pics, et notamment le V augmente quand l'intensité de la stimulation diminue, c'est parfois en "suivant" ce pic V jusqu'au seuil, que l'on pourra bien l'identifier.

DEUXIEME PARTIE
=====

I - Modifications des PEAP dans le neurinome de l'Acoustique

I - A - Etude des PEAP chez 13 malades porteurs de neurinome, tous opérés.

1) Analyse des 13 cas

Ces 13 malades, provenant de différents services, ont tous eu un enregistrement pré-opératoire des PEAP,

- soit dans le laboratoire du Professeur COURJON, dont nous avons décrit le matériel et les techniques d'enregistrement dans la première partie de ce travail

- soit au Centre d'audiophonologie de l'Hopital Edouard Herriot de Lyon (Professeur MORGON).

Ce centre est équipé :

- d'une chaine de stimulations avec
 - un générateur de clicks : GRASON-STADLER, avec sélecteur de fréquences, donnant des clicks de 0,1 msec à raison de 20/sec ; clicks non filtrés (CNF) et clicks filtrés de 2000 et 4000 Hz, alternés, en opposition de phase afin d'éliminer également le pot. microphonique.
 - un atténuateur d'intensité : GRASON-STADLER ;
 - un casque avec hauts-parleurs isolés : T D H 39.
- d'une chaine d'enregistrement avec
 - électrodes intradermiques
 - pré-amplificateur et amplificateur MEDELEC A-6 MK 3
 - un filtre passe-bande de 140/1600 Hz ayant une pente de coupure de 12 dB/ octave
 - un moyennneur MEDELEC DAV 6 comportant 1024 points d'analyse.

Si pour certains malades, les PEAP ont contribué à l'élaboration du diagnostic, pour d'autres, souvent porteurs de neurinomes volumineux, le diagnostic était connu, et les PEAP ont été faits en phase pré-opératoire afin de rechercher une éventuelle corrélation anatomo-électrophysiologique pour ces neurinomes, puisque l'on allait par l'intervention, en avoir une preuve anatomique.

Nous regrouperons donc ces malades suivant une classification anatomo-clinique en 4 stades (RIEMENS et Col. 75 et KOOS - 76)

- Stade I : symptomatologie cochléo-vestibulaire et éventuellement faciale avec néoformation strictement intra-canalair.
- Stade II : même symptomatologie que le Stade I, mais la tumeur déborde dans la citerne, sans rapport étroit avec le tronc cérébral et le nerf trijumeau (habituellement moins de 2 cms).
- Stade III : symptomatologie cochléo-vestibulaire avec signes neurologiques, La masse tumorale envahissant l'angle jusqu'au contact du tronc cérébral (Tumeur de 2 à 4 cms).
- Stade IV : regroupant les volumineux neurinomes de plus de 4 cms avec ou sans Hypertension intra-crânienne.

Dans l'analyse des différents dossiers, nous ne verrons que l'âge et le sexe du sujet, la taille, la topographie du neurinome et la voie d'abord chirurgicale, la surdité, et l'analyse morphologique globale de la réponse. Les valeurs des latences, intervalles et amplitudes seront reportées dans un tableau au chapitre suivant :
"Analyse des résultats".

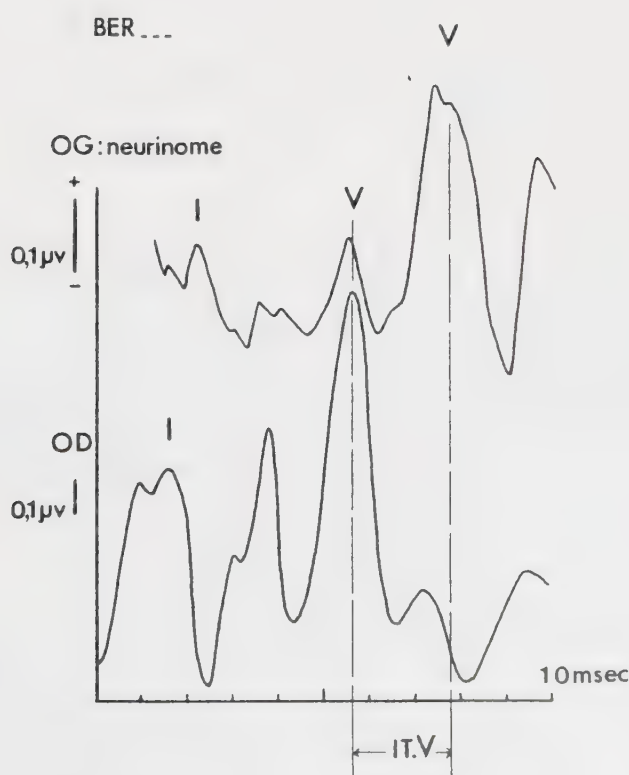
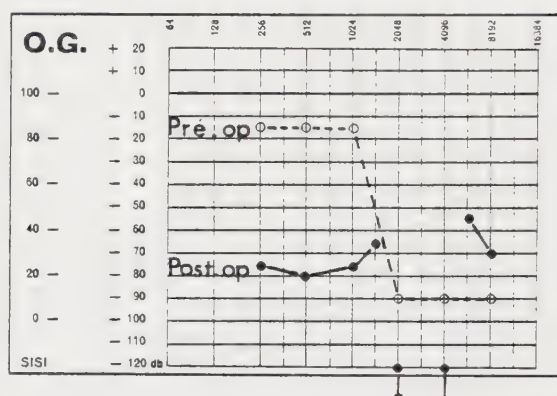
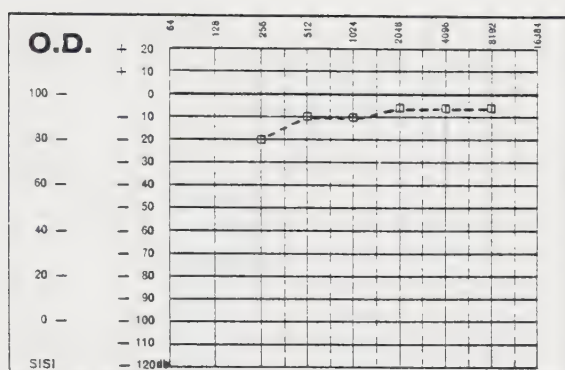
- STADE I : deux patients présentent un neurinome intra-canaulaire

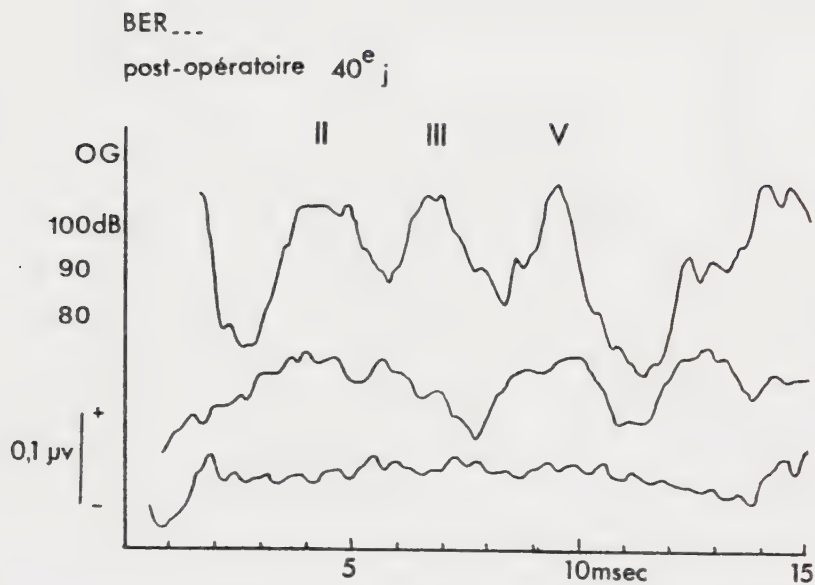
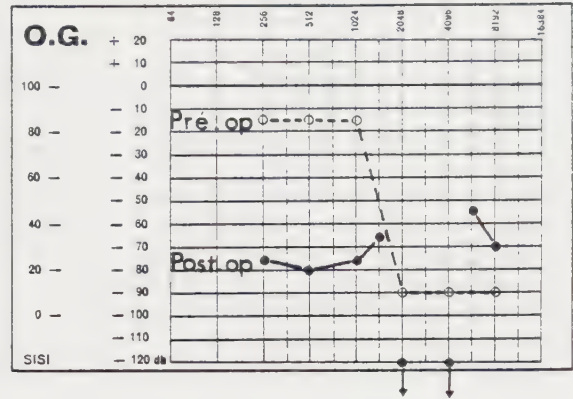
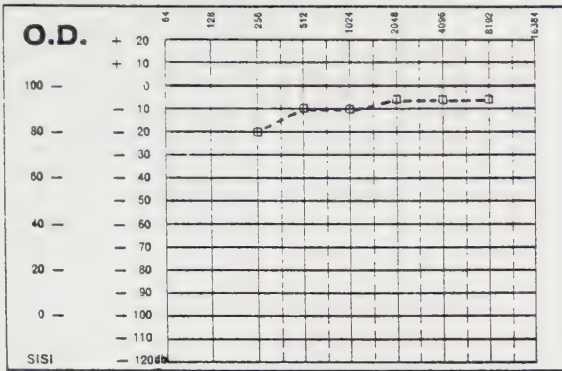
1 - BER... : jeune femme de 18 ans ; neurinome de 1,5 cm débordant à peine du porus, voie sus-pétreuse.

O.G. - surdité de 90 dB sur 2000 et 4000 Hz seulement et de 15 dB de 250 à 1000 Hz

- PEAP : réponse parfaitement identifiable avec des clicks non filtrés (CNF) ; allongement des latences T-III T-V (T-V : 7.7 msec) et des intervalles I-V (5,6 msec) et I-III, mais pas d'allongement de l'intervalle III-V.

O.D. : tracé normal.





Un mois et demi après l'intervention, l'audiogramme montre une conservation de l'audition, moins bonne pour les graves (75 dB de 250 à 1500 Hz) mais améliorée au delà de 4500 Hz (60 à 70 dB)

Les PEAP montrent une belle réponse avec les CNF, avec cependant des latences très allongées.

- 2 - BOS... : homme de 62 ans, neurinome droit de 1 cm,
intra-canalair ; voie trans-labyrinthique
O.D. - surdité de 80 dB sur 1000, 2000 et 4000 Hz
- PEAP : aucune réponse, pas même de pic I
O.G. : tracé normal avec léger allongement des latences
en rapport avec une presbyacousie gauche.
-

- STADE III : 5 malades

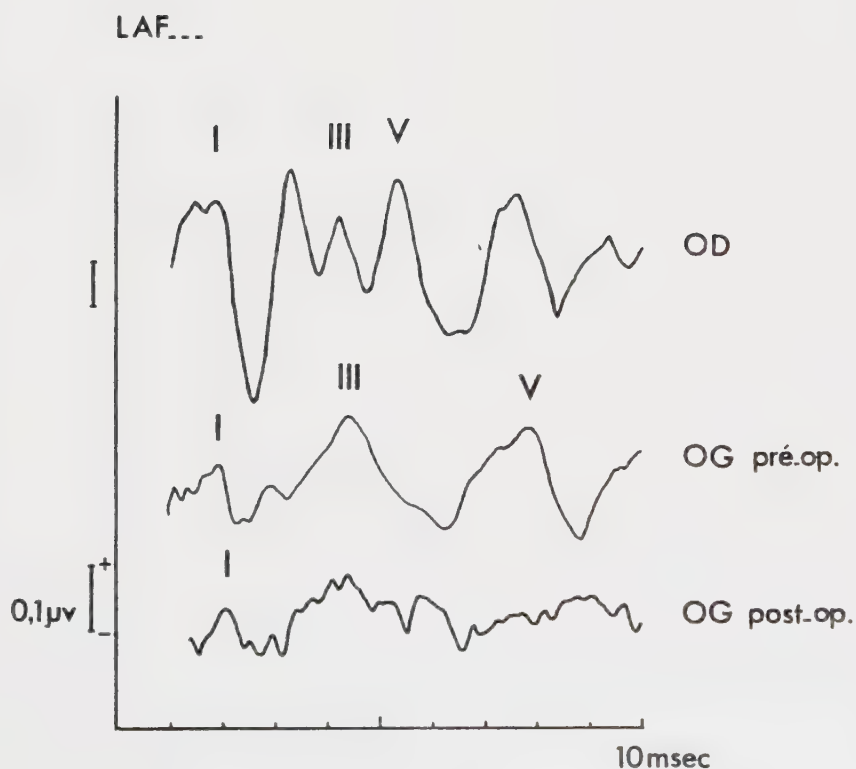
3 - LAF... : femme de 32 ans ; neurinome extra-canalair de 2,3 cms
voie sous-occipitale.

O.G. - surdité de 50 dB pour 4000 Hz

- PEAP : tracé très désorganisé dont les seuls pics I
et II sont normaux ; III et V sont retardés (T-V : 7.6 msec)
et élargis.

O.D. : tracé normal.

Lors de l'intervention le nerf cochléaire a pu être conservé.
La malade a eu l'impression d'entendre un peu à gauche dans les suites
opératoires et signale des acouphènes. L'audiogramme post-opératoire ne
montre aucune perception auditive. Sur le tracé post-opératoire du 30e jour
on retrouve une onde I, mais la suite du tracé est de faible amplitude et
non identifiable.



4 - DIA... : homme de 26 ans ; neurinome droit de 2,6 cms centré sur le porus ; voie sous-occipitale.

O.D. - surdité de 40 dB (2000 Hz) et 50 dB (4000 Hz)

- PEAP : tracé désorganisé dans lequel on repère l'onde I ample; l'onde V, peu ample et retardée (T-V = 6.7 msec).

O.G. : tracé normal.

5 - REY... : femme de 40 ans ; neurinome droit de 2,5 cms dans l'angle ponto-cérébelleux, centré sur le porus ; voie sous-occipitale.

O.D. - surdité de 90 dB (1000 Hz) et 70 dB (2000 et 4000 Hz)

- PEAP : réponse de faible amplitude dans laquelle on retrouve les ondes I, III et V, aux différentes fréquences ; T-V est très allongée (9,5 msec).

O.G. : tracé normal.

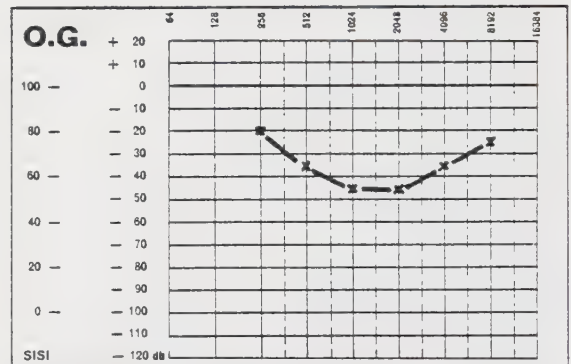
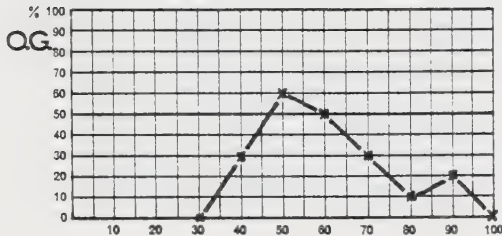
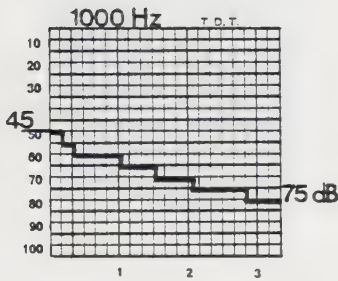
6 - EXB... : jeune femme de 26 ans ; neurinome gauche de 3 cms ;
voie sous-occipitale : le nerf cochléaire a été parfaitement repéré et conservé ainsi que l'artère cérébelleuse antéro-inférieure et le nerf facial (FISCHER et Col. 80).

O.G. - surdité modérée à 35 dB

- les PEAP : tracé très "étalé" dans lequel on reconnaît les ondes I, II, III et V de latence très allongée (T-V = 7.9 msec).

O.D. : tracé normal avec un intervalle III-V dans les limites supérieures de la normale (2.2 msec).

On note cependant la faible amplitude des ondes IV et V.

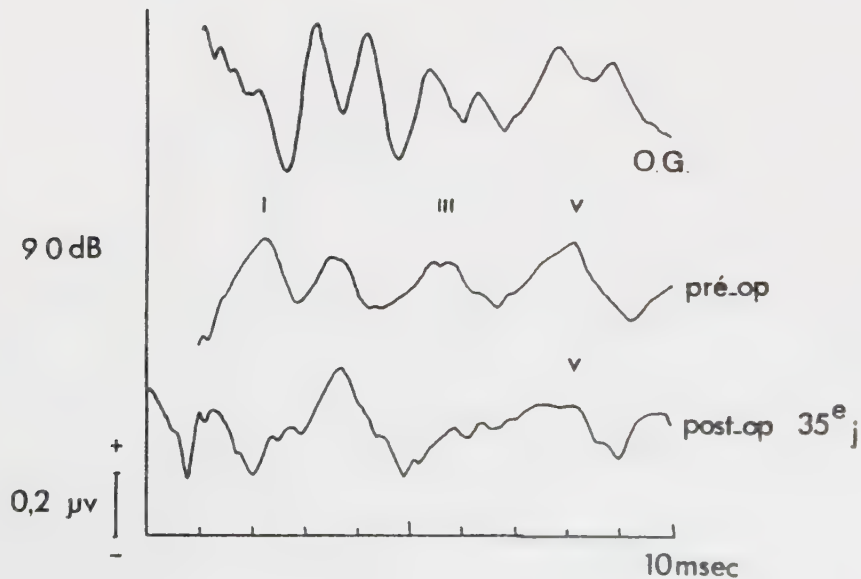


Audiométrie et tracés pré-opératoires

EXB...

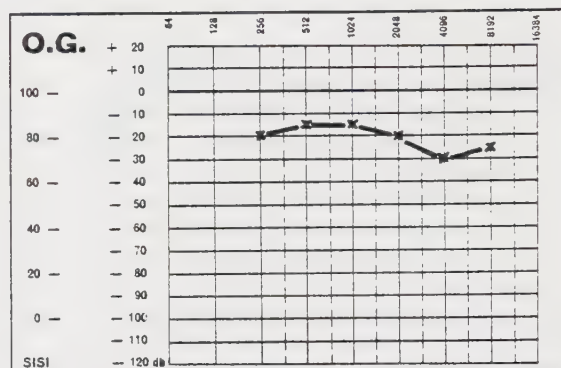
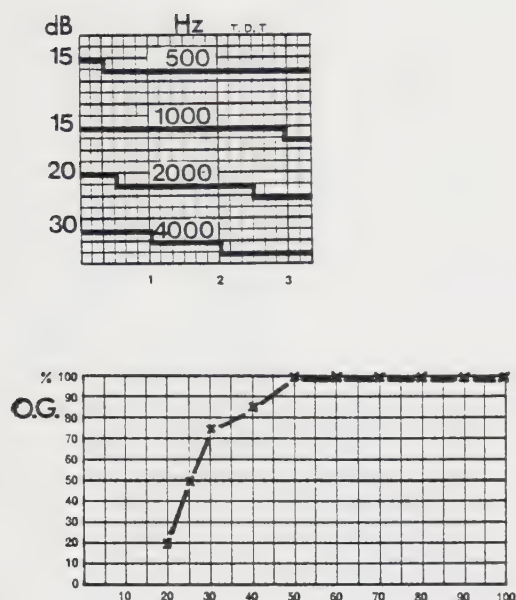
OD.

I II III IV V

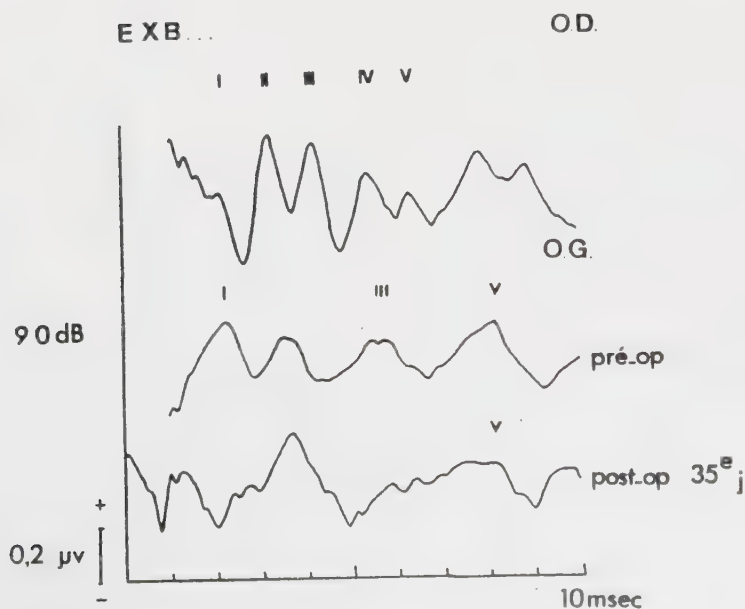


Le cas de cette malade est particulièrement passionnant : en effet, son audition tonale, mais surtout vocale, s'est considérablement améliorée dans les suites de l'intervention, dès le premier mois. Le Tone Decay Test s'est normalisé.

Sur le tracé post-opératoire au 35^e jour, on retrouve les ondes I, II, III et V, l'onde III étant de faible amplitude et la latence T-V étant inchangée.



Audiométrie et tracé post-opératoires au 35^e jour

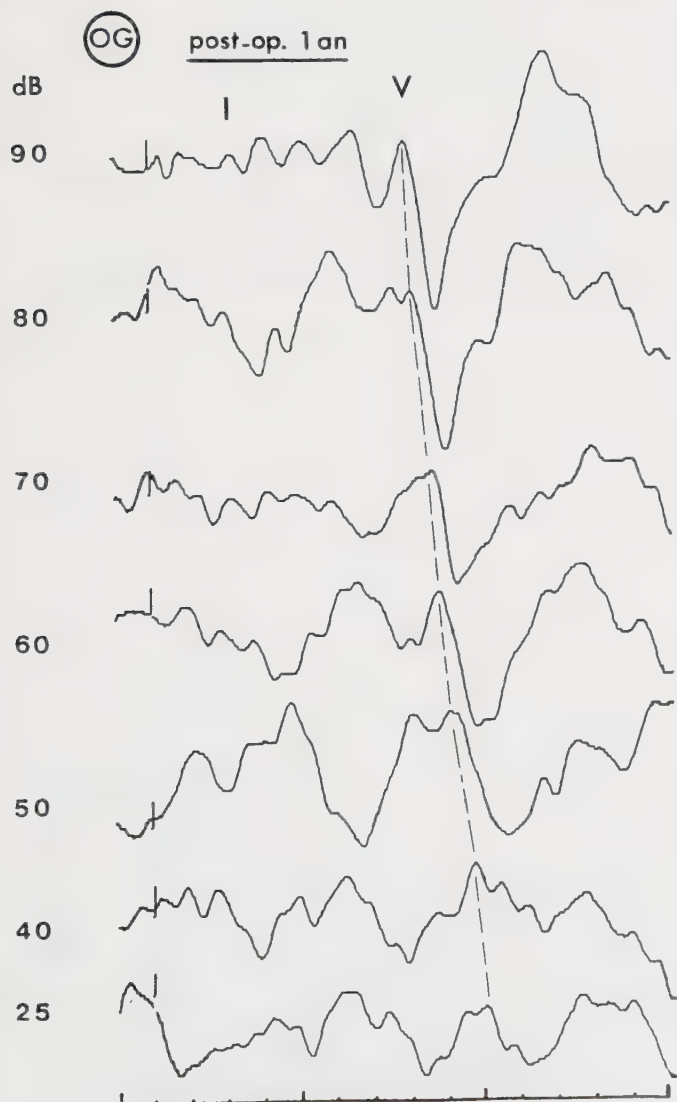


Un an après l'intervention, un nouveau tracé montre une belle réponse avec 5 pics parfaitement identifiés à 90 dB et une onde V suivie jusqu'à une stimulation de 25 dB. Nous remarquons sur le tracé, que la latence de T-V a sensiblement diminué (6.8 msec) et que l'onde V a une grande amplitude, supérieure même à celle de l'onde V côté sain.

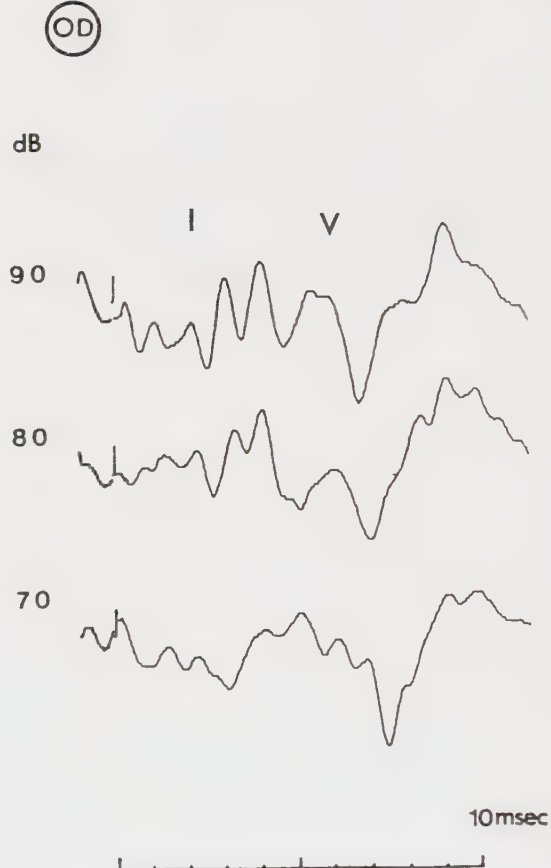
La faible amplitude des ondes IV et V du côté opposé (droite) déjà notée sur le tracé pré-opératoire, alors que ces deux ondes ont une latence normale, confirme bien la notion de l'origine contro-latérale à la stimulation des pics IV et V ; de même l'amplitude normale de l'onde V obtenue par stimulation gauche (côté opéré) est également en faveur d'une origine contro-latérale de cette onde.

PEAP un an après l'intervention

EXB... 14537 STIM. A C=0,125 μ V



A4537 STIM. A C=0,125 μ V



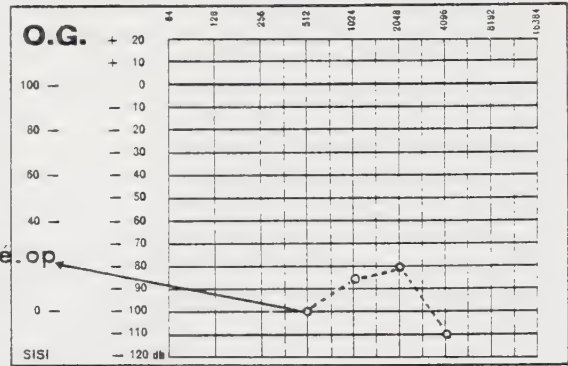
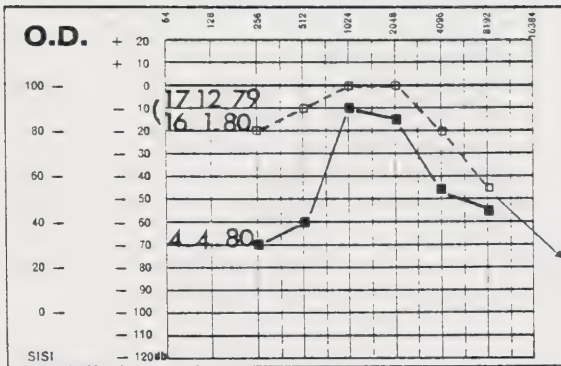
7 - NOI... : femme de 24 ans ; neurinome gauche de 3 cms, refoulant le tronc cérébral ; voie sous-occipitale le 3/1/80.

O.G. - surdité à 100 dB pour 4000 Hz

- PEAP : les ondes I, III et V sont cependant retrouvées à des stimulations de 90 et même 80 dB, mais de latences allongées : T-V = 7.4 msec et intervalle I-V = 5.6 msec.

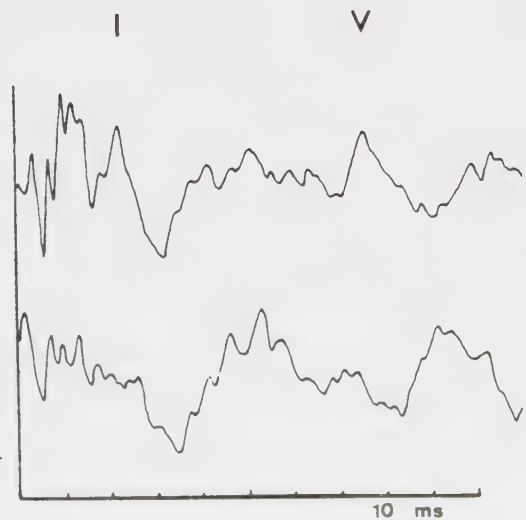
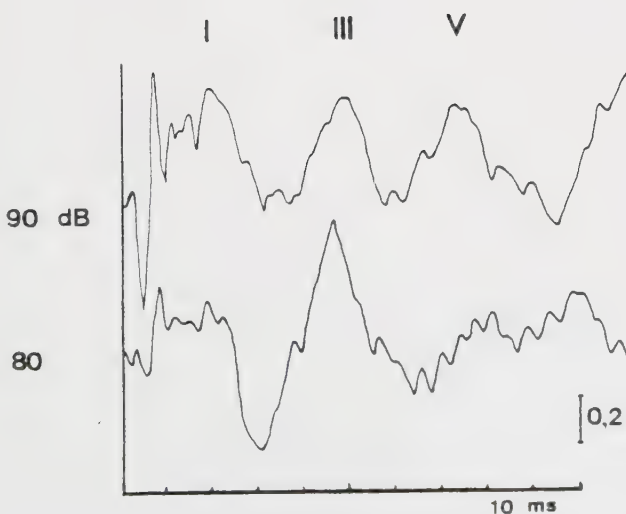
O.D. - surdité à 20 dB pour 4000 Hz

- PEAP : tracé déstructuré dans lequel on identifie cependant les pics I, III et V mais avec également un important allongement de T-V (7.3 msec) et de l'intervalle I-V (5.3 msec). Ce 2e tracé nous paraît très suspect d'un neurinome bilatéral.



NOI... 4000 Hz OG.

O.D.



L'évolution audiométrique et les antécédents de cette jeune femme semblent confirmer cette suspicion. En effet, cette malade a été opérée en 72 d'un neurinome intra-rachidien, extra-dural, D 10 - D 11, et actuellement voit s'aggraver sa surdité à droite. Celle-ci, inchangée 15 jours après l'intervention du neurinome gauche, était à 40 dB trois mois plus tard (le 4/4/80), avec à ce moment une inexcitabilité vestibulaire droite. Ces éléments cliniques et anamnestiques sont bien en faveur d'un neurinome bilatéral, mais nous n'en n'avons pas encore la preuve anatomique.

Il est très intéressant de noter dans ce seul cas, que les critères de comparaison entre les deux oreilles sont pris en défaut : I.T-V, I.T-I/V, I.T - I/III, et I.T. III/V sont en effet normaux.

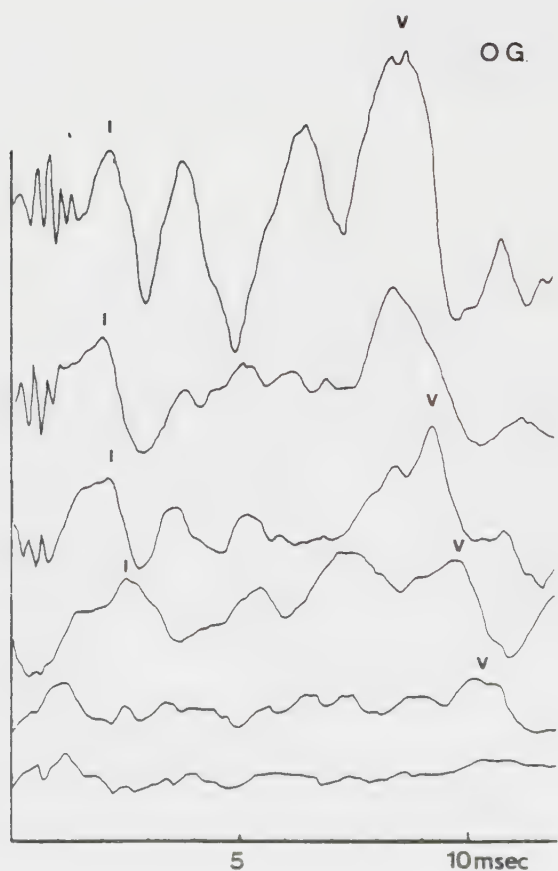
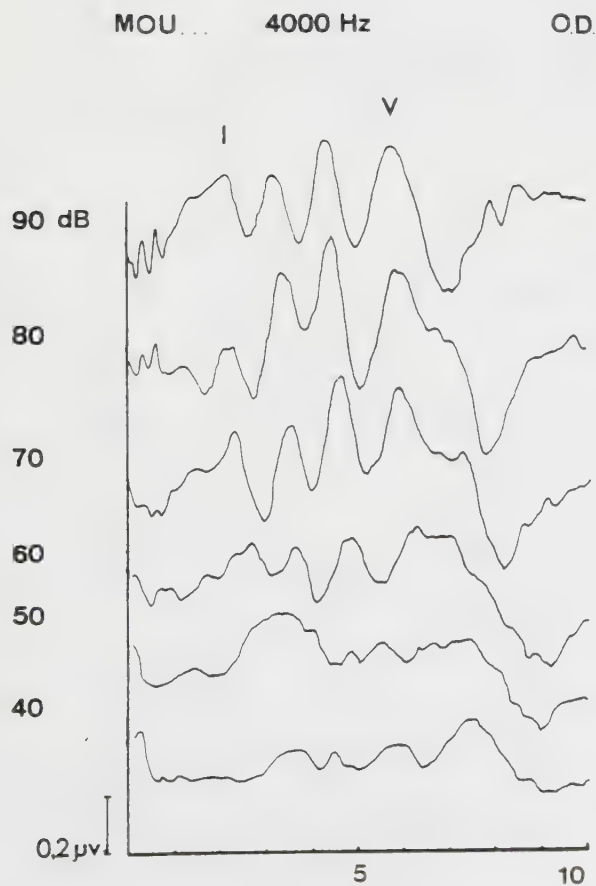
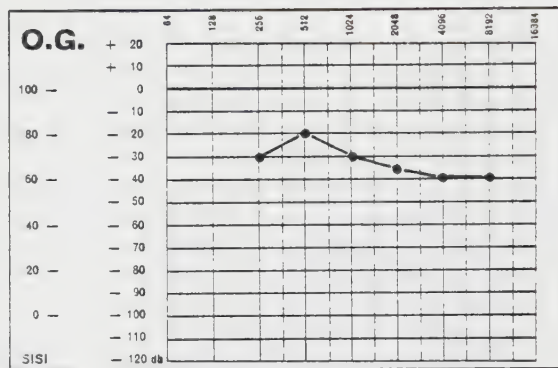
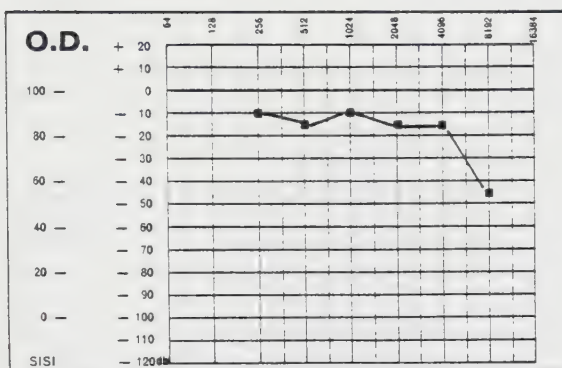
- STADE IV : six malades

8 - MOU... : femme de 30 ans ; neurinome gauche de 3,3 cms comblant l'angle ponto-cérébelleux et refoulant le tronc cérébral ; voie sous-occipitale.

O.G. - surdité modérée, à 40 dB pour 4000 Hz

- PEAP : tracé modifié avec ondes I et V bien visibles ; cette dernière de latence augmentée (T-V = 8.5 msec) est suivie jusqu'au seuil. Les ondes intermédiaires sont de faible amplitude et mal identifiables.

O.D. : tracé normal



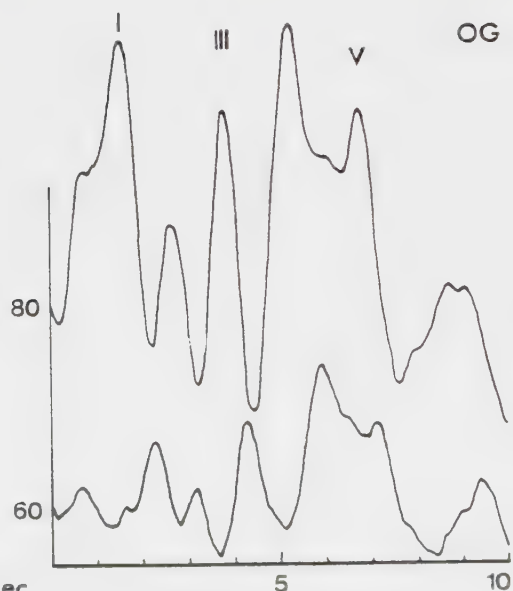
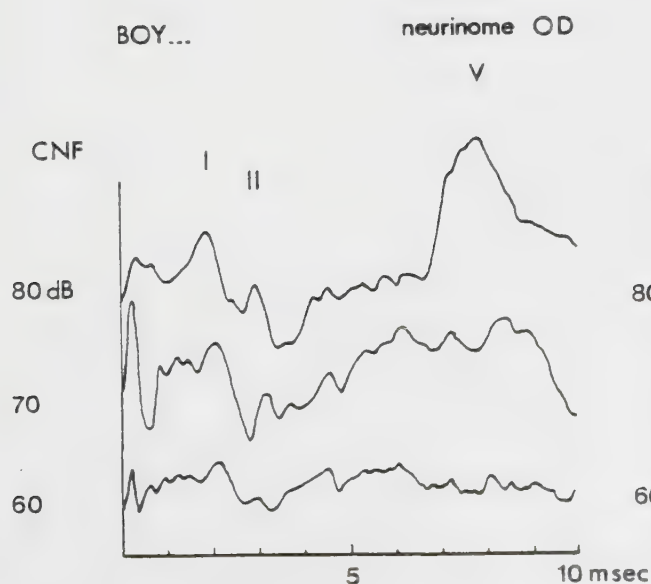
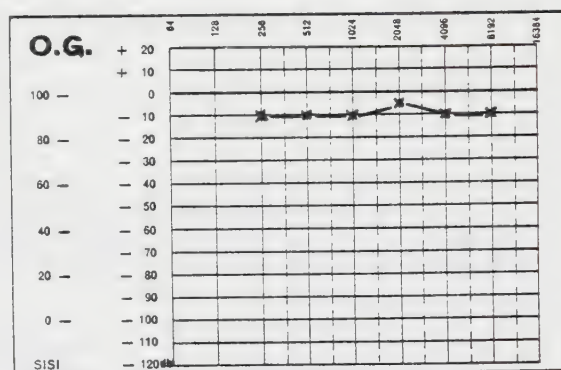
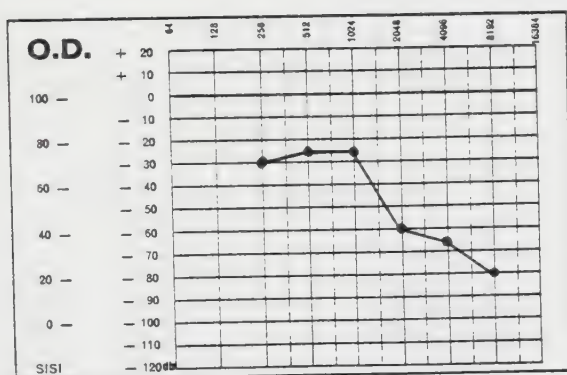
9 - BOY... : femme de 29 ans ; neurinome droit de 4 cms refoulant le tronc cérébral ; voie sous-occipitale.

O.D. - surdité de 60 dB sur 2000 et 4000 Hz, 25 dB pour 1000 Hz.

- PEAP : avec des clicks non filtrés (CNF) les ondes I II et V sont retrouvées. Seule l'onde I est retrouvée lorsque l'intensité de la stimulation diminue.

Avec des clicks filtrés à 4000 Hz, les ondes I et V sont retrouvées. Dans les deux cas, le tracé est profondément modifié, avec allongement important de T-V (7.9 msec)

O.G. - tracé morphologiquement normal avec un allongement de la latence T-V (6.7 msec) au profit essentiellement de l'intervalle III-V, traduisant le retentissement tumoral au niveau du tronc cérébral.



- 10 - ARG... : femme de 45 ans ; neurinome gauche de 4 cms sans compression du tronc cérébral ; voie sous-occipitale.
O.G. - surdité de 65 dB à 4000 Hz
- PEAP : onde I seule identifiée
O.D. - tracé normal, latence normale, mais les ondes IV et V sont de faible amplitude.
- 11 - GAL... : femme de 17 ans ; neurinome droit de 5 cms ; voie sous-occipitale.
O.D. - surdité de 35 dB pour 4000 Hz
- PEAP : onde I bien individualisée. Le tracé est destructuré mais on identifie cependant, après avoir réalisé plusieurs enregistrements, les pics III et V, de faible amplitude, de latence augmentée (T-V = 6.9 msec).
O.G. : tracé normal.
- 12 - BLA... : homme de 66 ans ; neurinome gauche de plus de 3 cms refoulant le tronc cérébral ; voie sous-occipitale.
O.G. - cophose
- PEAP : pas de réponse
O.D. : tracé normal correspondant à la presbyacousie de 60 dB.
- 13 - FAU... : homme de 58 ans ; neurinome gauche de 5 cms avec hyper-tension intra-crânienne ; voie sous-occipitale.
O.G. - cophose
- PEAP : pas de réponse
O.D. : tracé de faible amplitude, latences normales.

Afin d'être rigoureux, nous n'avons retenu que ces 13 dossiers de neurinomes confirmés par l'intervention. Nous voulons cependant ajouter trois cas de malades pour lesquels le diagnostic de neurinome de l'Acoustique a été porté sur des arguments cliniques, audio-vestibulaires, (avec hypoacousie de perception unilatérale et hypo ou aréflexie vestibulaire) et radiologiques (avec tomographie des conduits auditifs internes et Scanner positifs pour les trois, cisternographie faite chez l'un d'eux positive également).

Dans les trois cas, l'indication opératoire a été posée, mais l'intervention n'ayant pu avoir lieu on n'a pas pu confirmer la nature histologique de ces tumeurs.

14 - MER... : homme de 72 ans ; tumeur de plus de 3 cms de l'angle ponto-cérébelleux droit avec élargissement du porus droit. Ce malade avait refusé l'intervention. Il était par ailleurs porteur d'une insuffisance cardiaque et respiratoire. Nous avons appris récemment qu'il était décédé, deux ans et demi après la découverte de sa tumeur.

O.D. - surdité de perception de 70 dB pour 1000, 2000 et 4000 Hz

- PEAP : seule l'onde V est identifiable, de latence très augmentée (T-V = 8.0 msec).

O.G. : tracé normal.

15 - FRA... : homme de 55 ans ; tumeur de l'angle ponto-cérébelleux gauche de 2 cms, centrée sur le porus qu'elle élargit, ainsi que le conduit auditif interne gauche. Le diagnostic date de 3 mois et le malade ne veut pas se faire opérer pour le moment.

O.G. - surdité de 80 dB

- PEAP : tracé destructuré dans lequel on identifie les pics I, III et V ; ces deux derniers de latence augmentée.

O.D. : tracé normal.

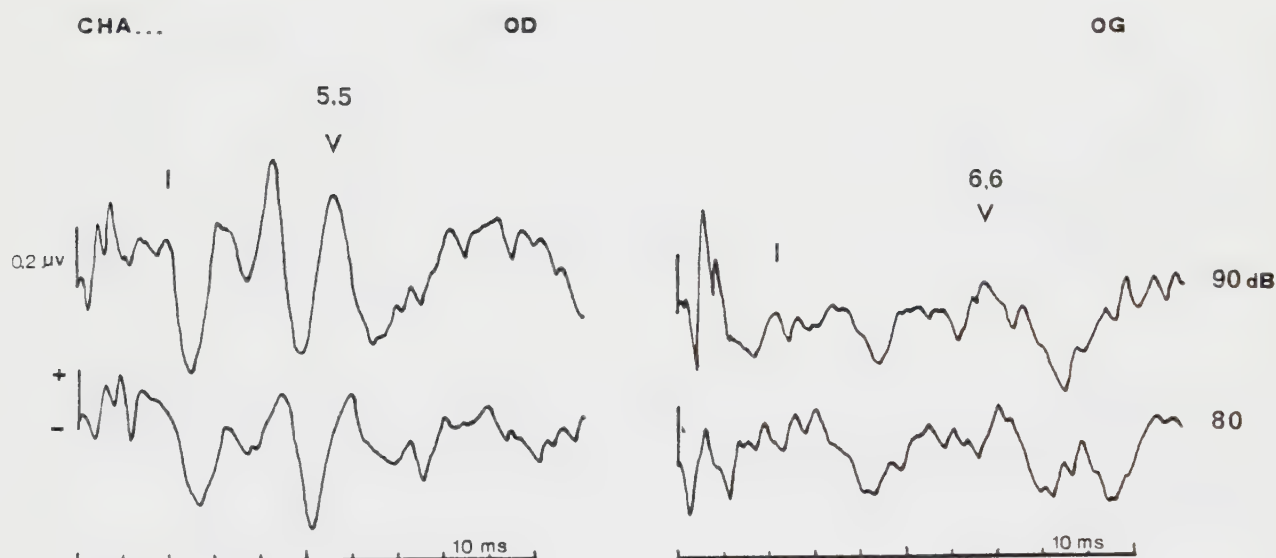
16 - CHA... : femme de 59 ans ; volumineuse tumeur de l'angle ponto-cérébelleux gauche de 4 cms avec élargissement du porus et du conduit auditif interne gauche, tumeur refoulant le tronc cérébral, et entraînant une hypertension intra-crânienne.

La malade a eu une intervention de dérivation, mais est décédée de troubles cardio-respiratoires sans doute en rapport avec la compression de son tronc cérébral.

O.G. - hypoacousie gauche évoluant depuis 5 ans ; vertiges et acouphènes depuis 6 mois ; atteinte du V et du VII.

- PEAP : tracé peu ample dans lequel on identifie bien les pics I et V, ce dernier de latence augmentée.

O.D. : tracé normal.



Ces trois observations nous permettent de retrouver comme dans les précédentes une modification importante des réponses avec allongement des latences des pics III et V.

2) Analyse des résultats des PEAP des 13 malades ayant eu un neurinome confirmé.

Dans tous ces cas de neurinomes, les PEAP étaient perturbés. L'analyse d'un tracé pathologique comprend d'abord l'analyse globale de la morphologie de la courbe (le "Pattern") appréciant déjà les modifications des pics et de leur amplitude. C'est là, comme nous l'avons déjà vu pour les techniques d'enregistrement, que l'expérience est très utile à celui qui interprète des tracés pathologiques souvent difficiles ; vient ensuite le temps des calculs qui peut paraître plus rationnel, mais connaît ses limites.

a) modification de la morphologie de la réponse

Celle-ci est toujours anormale, et c'est pourquoi nous avons reproduit quelques tracés. Au minimum on note une diminution de l'amplitude des pics, plus ou moins identifiables, et au maximum une déstructuration de la réponse laissant habituellement un pic I même pour des surdités importantes (NOI...) ; parfois même, on n'obtient aucune réponse, en cas de cophose notamment.

b) modifications des latences (voir également le tableau des latences et intervalles à la fin de cette étude p.54', et les histogrammes fig.10 p. 55)

1° le pic V semble bien être le plus intéressant puisque quand il est trouvé (9 cas sur 13) il a toujours une latence nettement allongée.

l'intervalle I/V est également toujours augmenté ; en cas d'absence de l'onde I, on la recherche par électro-cochléographie afin de pouvoir calculer cet intervalle.

la différence inter-auriculaire I.T.- V est également toujours augmentée de façon très significative. Nous avons vu que ce dernier critère était pris en défaut dans l'observation suspecte de neurinome bilatéral. (les valeurs des latences T - V, des intervalles I/V, et des différences inter-auriculaires I.T. - V sont reportées dans les histogrammes page 55 où elles sont comparées aux différentes valeurs normales).

2° le pic III n'a été trouvé que dans 6 cas. Il nous montre que dans deux cas, l'allongement I-V s'est fait uniquement aux dépens de l'intervalle I-III : il s'agit d'un neurinome intra-canalair (BER...) et d'un neurinome stade III (EXB...). Dans deux autres cas cet allongement se fait aux dépens de l'intervalle III-V ; et dans trois cas l'allongement des latences T-III et T-V est harmonieux.

3° le pic I

- il n'est pas retrouvé dans les deux cas de cophose, et dans un cas de surdité importante (-80 dB). Il s'agissait alors d'un neurinome intra-canalair.

- il est trouvé dans tous les autres cas (10) parfois seul (1)

- dans un cas enfin, il est retrouvé pour une intensité de stimulation inférieure au seuil tonal de la surdité.

4° les écarts inter-auriculaires entre les intervalles I/V I/III et III/V ont été calculés.

- les I.T. I/III et I.T. III/V sont augmentés soit isolément (trois cas) soit simultanément (deux cas). Mais ces deux écarts nécessitant la présence de l'onde III, onde très inconstante dans nos observations (retrouvée dans six cas seulement) nous semblent d'un intérêt secondaire.

- l'I.T. I/V est dans tous les cas augmenté (8 sur les 9 calculés) sauf chez la malade fortement suspecte de neurinome bilatéral. Ce paramètre nous semble donc beaucoup plus intéressant.

5° l'intervalle III/V contro-latéral

était pathologique dans un cas de volumineux neurinome. Dans les autres cas, il nous paraît souvent plus élevé que la moyenne (1.9 msec) tout en restant dans les limites supérieures de la normale (au risque 0.05). Dans deux cas (LAF... et MOU...) il ne s'agit pas de l'intervalle III/V mais de l'intervalle III-IV/V, normalement de 1.3 msec.

TABEAU DES LATENCES (T), INTERVALLES et ECARTS INTER-AURICULAIRES (I.T.)

chez 13 malades opérés d'un neurinome (1 à 13)
 et 4 malades porteurs d'un neurinome, non confirmé
 histologiquement (14 à 16, et 7')
 Parmi ces 4, nous avons mis le "2e côté"
 de NOI..., suspect de neurinome contro-latéral (7').

Légende :

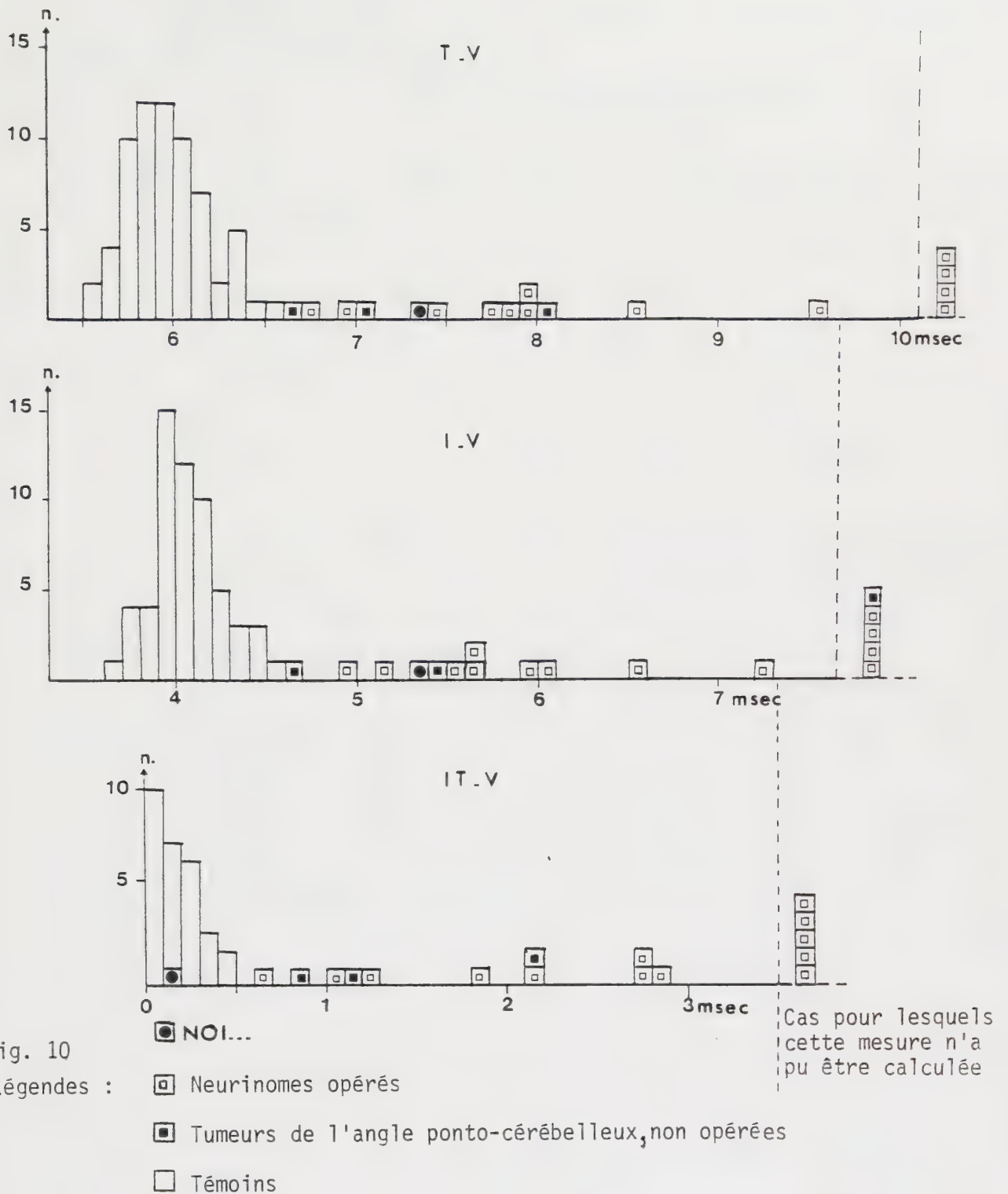
+ : Test positif : la latence, l'intervalle ou l'écart
 inter-auriculaire est supérieur à la valeur normale
 ($x + 2 \text{ DS}$) inscrite en tête du tableau ; (+) utilisé
 pour les observations 7 et 7' (NOI...) signifie que III-V
 est bien en effet supérieur à la normale, non par com-
 pression du tronc cérébral, mais par neurinome contro-
 latéral.

"Surdité" ; indique le degré de surdité, côté lésion, pour
 les fréquences des stimulations utilisées pour les PEAP.

(voir tableau p. suivante)

VI : TABLEAU DES LATENCES (T), INTERVALLES et ECARTS INTER-AURICULAIRES (I.T.)

Obs. n°	stade taille cm	T-V 6.4	I.T.V 0.47	INTERVALLES				I.T I-V 0.35	I.T. I-III 0.33	I.T. III-V 0.45	surdité remarques
				I-V 4.5	I-III 2.4	III-V 2.3	III-V contro lat.				
1) BER...	I 1.5	+	+	+	+			+	+		-15 dB/1000Hz -90 dB/2000Hz
2) BOS...	I 1.0						2.1				-80 dB pas de réponse
3) LAF...	III 2.3	+	+	+	2.4	+	1.2	+	0.1	+	-50 dB PicIV/V contro-lat.
4) DIA...	III 2.6	+	+	+			2.1	+			-45 dB pas d'ondeIII
5) REY...	III 2.5	+	+	+	3.7	+	2.2	+	1.2	+	-70 dB
6) EXB...	III 3.0	+	+	+	3.4	2.2	2.2	+	+	0	-35 dB
7) NOI...	III 3.0	+	0.1	+	2.8	+	(+) 2.4	0.3	0.1	0.4	-100 dB N. bilat.
8) MOU...	IV 3.3	+	+	+	3.1	+	1.5	+	+	+	-40 dB pic IV/V contro-lat.
9) BOY...	IV 4.0	+	+	+			+	+			-60 dB pas d'ondeIII
10) ARG...	IV 4.0						2.2.				-70 dB pic I seul
11) GAL...	IV 5.0	+	+	+	2.2.	+	2.0	+			-60 dB pas d'ondeIII
12) BLA...	IV 3.5						2.3				cophose pas de réponse
13) FAU...	IV 5.0.						1.6				cophose pas de réponse
14) MER...	IV 3.0.	+	+				2.0				-80 dB ni I, ni III
16) CHA...	IV 4.0	+	+	+	2.6	+	1.3	+	0.3	+	
15) FRA...	II 2.0	+	+	+	3.0	+	2.2	+	+	0.2	-80 dB
(7') NOI...	?	+	0.1	+	2.9	+	(+) 2.8	0.3	0.1	0.4	-20 dB lors du PEAP. N. Bilat.?



HISTOGRAMMES des LATENCES (T-V), INTERVALLES (I-V) et ECARTS INTER-AURICULAIRES (I.T.-V) chez les 50 témoins, les 13 malades opérés d'un Neurinome, et les 3 malades non opérés porteurs d'une Tumeur de l'angle ponto-cérébelleux.

c) modification des amplitudes

Nous avons calculé l'amplitude des ondes I et V sur les tracés ipsi et contro-latéraux au neurinome.

	en μ V : Amplitudes		Rapport I/V
	I	V	
Côté neurinome	0.26 $\pm$ 0.13	0.31 $\pm$ 0.13	0.89 $\pm$ 0.36
Coté controlatéral au neurinome	0.46 $\pm$ 0.27	0.70 $\pm$ 0.30	0.69 $\pm$ 0.27

TABEAU VII : Amplitudes des ondes I et V dans les neurinomes.

On peut remarquer une diminution de l'amplitude des pics I et V du côté du neurinome, due en partie à la surdité correspondante. Mais cette diminution est plus importante pour le pic V que pour le pic I, ce que traduit le rapport I/V de 0.89 côté neurinome pour 0.69 côté sain.

Ce paramètre "Amplitude" a été calculé pour cette étude, mais nous sert peu en pratique du moins dans son expression chiffrée pour interpréter une réponse pathologique.

En effet ce paramètre est très variable (la déviation standard représente presque la moitié de la valeur du paramètre !).

Par contre, il intervient dans l'appréciation globale de la morphologie de la réponse : le "pattern".

Au terme de cette première étude, relativement modeste il est vrai, (13 cas de neurinomes confirmés) nous voudrions faire deux remarques.

1°) quant à la topographie du neurinome : il nous semble que quelques éléments peuvent être en faveur d'une lésion intra-canalaire :

- l'absence de réponse, y compris le pic I, alors que le malade garde une perception auditive (un cas sur nos deux neurinomes intra-canalaire n'avait aucune réponse pour une surdité de 80 dB. C'est le seul cas sur les 13, en dehors des cophoses, pour lequel nous n'avons même pas de pic I).

- un intervalle III-V contro-latéral parfaitement normal.

Inversement dans les gros neurinomes (stade III et IV) nous observons habituellement, un intervalle III/V plus grand que la moyenne mais une seule fois seulement au-delà des limites de la normale.

Hormis ces quelques éléments d'orientation, nous n'avons pas trouvé de "pattern" caractéristique d'une localisation ou d'un stade donné de neurinome.

2°) quant à la taille du neurinome,

nous n'avons trouvé aucune corrélation entre la taille de la tumeur et la latence de l'onde V et des intervalles qui s'y rattachent. Il semble bien en effet, que ce ne soit pas seulement la taille du neurinome qui intervienne mais également son emplacement : on conçoit facilement qu'un neurinome intra-canalaire de 1,5 cm puisse avoir plus de retentissement sur le nerf auditif qu'un neurinome de 3 cms ou plus dans la fosse cérébrale postérieure. (fig. 11p. suivante)

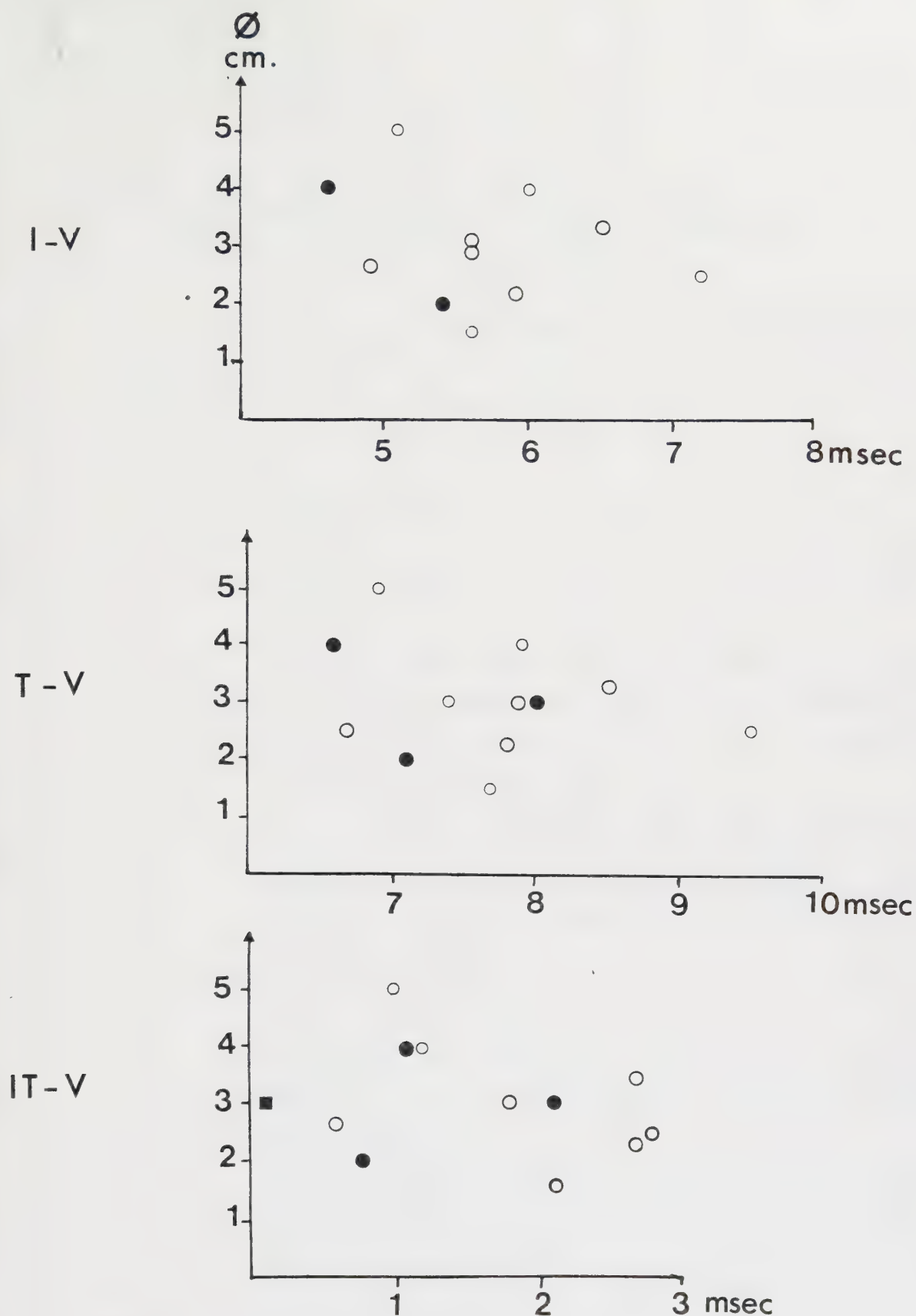


fig. 11

Légendes : ○ Neurinomes opérés
 ● Tumeurs de l'angle ponto-cérébelleux
 ■ NOI...

CORRELATION ENTRE LA TAILLE (en cm) de la TUMEUR et
 l'INTERVALLE (I-V), la LATENCE (T-V) et l'ECART
 INTER-AURICULAIRE (I.T.-V)

I - B - Etude des PEAP dans les neurinomes de l'acoustique.

Résultats trouvés par d'autres auteurs.

Afin d'élargir et de compléter notre étude, nous allons essayer de faire le point sur ce qu'ont trouvé d'autres auteurs sur les PEAP dans le neurinome de l'acoustique.

1°) Analyse des séries :

- en 1974, SOHMER et Col. étudiant 6 cas de neurinomes de l'acoustique ont trouvé que dans deux cas, seule la première onde était enregistrée, et que dans les 4 autres cas, toutes les ondes étaient absentes.
- en 1975, STARR et ACHOR observent également que les PEAP sont modifiés dans un cas de neurinome de l'acoustique.
- en 1976, STARR et HAMILTON, dans un cas de neurinome obtiennent uniquement les ondes I et II.
- en 1977, SELTERS et BRACKMANN rapportent la première grande série de 36 neurinomes, sur 46 tumeurs trouvées chez 100 malades examinés pour forte suspicion de neurinome de l'acoustique (les 44 autres avaient une cisternographie négative).

Les auteurs insistent sur :

- l'importance de la latence de l'onde J V (T-V) car cette onde est la plus constante;
- l'importance de la différence inter-auriculaire de cette latence (I.T-V) qui est normalement inférieure à 0.3 msec).

Dans leur série :

- P V est absente dans 21 cas sur 100 malades et celà toujours chez les sujets porteurs d'une tumeur de l'angle ponto-cérébelleux (P V est absente dans 30 % des tumeurs de moins de 2,5 cms et dans 80 % des tumeurs de plus de 2,5 cms)
- I.T. V, quand il peut être calculé (24 cas sur 46) est supérieur à 0,3 msec dans tous les cas de tumeurs comprimant le nerf auditif (21 sur les 25 cas). Les 4 cas, où I.T.-V est normal, correspondent à des tumeurs ne comprimant pas le nerf auditif (un méningiome, un neurinome du VII, et un kyste arachnoïde) et à un cas de neurinome bilatéral.

I.T.-V enfin leur semble augmenter parallèlement à la taille de la tumeur.

- P-I est seule présente dans 5 cas de grosses tumeurs de l'angle ponto-cérébelleux (stade IV) sans grosse perte auditive cependant.
- enfin, ces auteurs remarquent un allongement de P-V controlatéral (côté "sain") objectivé par un allongement III-V dans 11 cas de volumineuses tumeurs et pour lesquelles le Scanner montrait un refoulement du tronc cérébral par la tumeur.

Finalement sur 46 tumeurs de la fosse cérébrale postérieure, 42 comprimaient le nerf auditif :

- dans 21 cas T-V était absente (seuls cas sur les 100 suspects de neurinomes)
- dans les 21 autres cas, l'I.T. V était allongé (supérieur à 0.3 msec).

Avec ces deux tests combinés, les auteurs n'ont pas eu de faux négatifs pour les 42 tumeurs de la fosse cérébrale postérieure comprimant le nerf auditif, et a fortiori, pas de faux négatifs pour les 36 neurinomes que comprenait cette série.

- COATS et MARTIN (77) retrouvent un allongement de la latence de l'onde V et apportent la notion de l'intervalle N_1-P_5 (I-V). Pour cela ils enregistrent le potentiel d'action du nerf auditif (N_1) en même temps que les PEAP, grâce à une électrode supplémentaire placée dans le conduit auditif externe. L'allongement de P_5 et surtout de l'intervalle N_1P_5 leur semblent un bon critère de suspicion de surdité rétro-cochléaire.
- STOCKARD et Col. (77) sur 15 tumeurs de la fosse cérébrale postérieure trouvent des PEAP modifiés dans 12 cas dont les 5 neurinomes de la série.

Chez deux de ces 5 neurinomes, ils ne retrouvent que l'onde I alors que les audiogrammes étaient sub-normaux. Au total, dans cette série encore, aucun faux négatif pour les PEAP dans le neurinome de l'acoustique.

- en 1978, THOMSEN et Col. dans une série de 27 malades porteurs de neurinomes confirmés par l'intervention, insistent également sur l'intérêt de l'I T -V qui est allongé dans tous les cas de neurinomes. Par contre, ils ne retrouvent pas de parallélisme entre cet intervalle et la taille de la tumeur.

- CLEMIS et Mac GEE (78) dans une série de 27 neurinomes également montrent qu'il existe presque toujours une anomalie (25 cas sur les 27):

- soit un retard isolé de l'onde V (19),
- soit un allongement de l'I T - V (21) au-delà de 0.3 ou 0.4 msec selon que le degré de surdité est inférieur ou supérieur à 65 dB,
- soit disparition de toute réponse (4).

Ce sont ces trois critères que retiennent ces auteurs :

"l'un d'eux doit être positif pour pouvoir faire le diagnostic de neurinome".

Dans deux cas de neurinomes, aucun de ces critères n'était retenu. Ce sont donc deux cas de "faux négatifs" pour les modifications des PEAP dans le neurinome de l'acoustique.

Les auteurs ne donnent pas de précision quant à la taille et la topographie de ces neurinomes, pas plus que sur la morphologie globale de leur PEAP.

Ces auteurs précisent les limites de l'écart I T-V critère plus sensible que T-V mais qui nécessite la présence de l'onde I, d'une part, et est pris en défaut dans les neurinomes bilatéraux d'autre part.

COATS (78) attire l'attention sur l'intérêt de la mesure de l'intervalle N_1 -V pour diagnostiquer les surdités rétro-cochléaires. En effet, dans les surdités de perception cochléaires avec atteinte surtout des fréquences élevées, la latence T_5 est allongée, mais moins cependant que dans les surdités rétro-cochléaires ; mais la latence de N_1 par contre, s'allonge plus dans les surdités cochléaires que dans les surdités rétro-cochléaires. L'intervalle N_1 -V a donc tendance à "s'écarter" dans une surdité rétro-cochléaire quand on diminue l'intensité de stimulation, alors qu'inversement cet intervalle N_1 se rétrécit dans les surdités cochléaires. COATS préconise donc l'enregistrement simultané

- des PEAP par une électrode active/Vertex
- et du potentiel d'action du nerf auditif (N_1) par une électrode active dans le conduit auditif externe.

MILLER et JOSEY (78) après une étude de 16 neurinomes opérés ayant tous eu des PEAP pathologiques (T V allongé ou absent) citent un cas de faux négatif : il s'agissait d'une femme de 24 ans ayant un neurinome prouvé par la cisternographie, le Scanner et l'intervention chirurgicale, et chez laquelle les PEAP étaient "symétriques pour les deux oreilles". On remarque cependant que l'intervalle I-V n'est pas précisé, pas plus que ne l'est la latence des ondes T-V ni la morphologie globale de la réponse. S'agissait-il d'un neurinome bilatéral ? Nous n'avons pas encore reçu les précisions demandées sur ce cas.

FEBLOT et Col. (79) retrouvent ces mêmes anomalies, classant les réponses pathologiques en trois groupes pour les neurinomes :

- Pattern normal, mais latences allongées et amplitude diminuée signant une lésion rétro-cochléaire,
- Onde I, seule trouvée, correspondant habituellement aux neurinomes extra-canalaires,
- pas de réponse, correspondant aux neurinomes intra-canalaires.

Les auteurs associent à l'étude des PEAP les potentiels semi-tardifs, permettant de comparer le seuil objectif et le seuil subjectif dans les cas surtout où l'on n'a pas de réponse interprétable avec les PEAP.

GLASSCOK et Col. (79) trouvent 47 PEAP perturbés sur 48 neurinomes.

FEBLOT et UZIEL (80) dans une étude commune de 45 tumeurs montrent que les PEAP étaient perturbés dans 36 cas. Ils n'ont pas obtenu de réponse dans les 9 autres cas, en raison de l'importance de la surdité.

- l'onde V, présente dans 30 cas, permettait de calculer l'allongement constant de I T-V (de 0.3 à 3.2 msec) et l'allongement de l'intervalle I-V (de 4.5 à 7.5 msec), dans 21 des 30 cas.

- l'onde I était seule présente dans deux cas
- il n'y avait pas de réponse dans 12 cas (dont les 9 cophoses)
- quand l'onde III était présente, on voyait que l'allongement I-V se faisait surtout aux dépens de l'allongement I-III, alors que III-V était souvent normal.

- dans 2 cas de cophoses, l'onde I a pu être cependant enregistrée, parfaitement identifiable.

- enfin les auteurs retrouvent un certain parallélisme entre la taille de la tumeur et l'I T-I-V.

Dans cette étude les auteurs ne trouvent pas de faux négatif des PEAP chez ces malades porteurs de neurinomes.

Nous voyons ainsi qu'en l'espace de trois ans environ, les caractéristiques des PEAP dans le neurinome de l'acoustique se sont peu à peu précisées, des plus grossières tout d'abord (allongement de T V) aux plus fines actuellement (I.T. I-III et I.T. I-V).

2°) Résultats globaux des PEAP dans le neurinome de l'acoustique

Nous avons vu que les PEAP étaient pratiquement toujours modifiés dans les neurinomes de l'acoustique:

- 47/48	- GLASSCOK et Col.	79
- 6/6	- SOHMER et Col.	74
- 36/36	- SELTERS et BRACKMANN	77
- 5/5	- STOCKARD et Col.	77
- 27/27	- THOMSEN et Col.	78
- 25/27	- CLEMIS et Mac GEE	78
- 16/17	- MILLER et JOSEY	78
- 45/45	- FEBLOT et UZIEL	80
- 13/13	- dans notre série	

220/224 soit un peu moins de 2% de "faux négatifs". A rapprocher de 143/146, dans l'importante série rapportée par HOUSE et BRACKMANN (79) ; soit également 2% de "faux négatifs".

Nous avons vu qu'il existe quatre cas sur les 224 neurinomes qui n'avaient pas de modification des PEAP.

- 1 -MILLER et JOSEY, 1 -GLASSCOK et Col.,
- 2 -CLEMIS et Mac GEE,

Nous regrettons de n'avoir pas plus de renseignements sur ces cas de "faux négatifs" quant à leur topographie, leur taille, et l'allure de la courbe des PEAP.

Les trois cas rapportés par HOUSE et BRACKMANN par contre, sont précisés : il s'agissait de très petits neurinomes, l'un d'entre eux étant développé aux dépens du nerf vestibulaire.

De l'ensemble de ces études nous pouvons faire ressortir :

1°) modifications de la morphologie de la réponse: "le Pattern"

- rarement discrètement modifié
- habituellement très désorganisé avec absence de certaines ondes : les ondes II, III et IV sont le plus souvent non identifiables.
- l'onde V toujours modifiée, et souvent absente, son seuil de détection est souvent supérieur au seuil audiométrique.
- le pic I reste le plus souvent obtenu parfois seul d'ailleurs. Il est parfois retrouvé à un seuil inférieur au seuil audiométrique.

2°) modifications des amplitudes :

Diminution de l'amplitude de toutes les ondes, l'onde I diminuant toutefois moins que les autres, ce qui amène une augmentation du rapport I/V.

3°) modifications des latences :

- pas de changement pour l'onde I
- allongement de la latence T-III et de l'intervalle I-III
- allongement de T-V, élément le plus constant
- augmentation des intervalles I-V, III-V, et de l'écart inter-auriculaire I.T. V.
- quand les modifications ne sont pas très importantes, les calculs des différences inter-auriculaires I.T. I-V et éventuellement I.T. I-III, semblent être des tests plus précis de diagnostic. L'intervalle I-V étant en effet, relativement stable, quelle que soit l'intensité de stimulation ou la perte auditive du malade. L'I.T. I-V est donc un critère fiable de comparaison des réponses des deux oreilles.

Mais chacun de ces critères, retrouvé perturbé dans le neurinome de l'acoustique, peut être pris en défaut s'il est isolé :

- T-V seul, n'est pas caractéristique d'une surdité rétro-cochléaire : il est en effet augmenté dans les surdités cochléaires et surtout pour les fréquences aigues, et dans les surdités de transmission. Mais dans ces deux cas, la latence T-I est également augmentée, d'où l'intérêt de l'intervalle I-V : celui-ci est en effet stable dans une surdité de transmission, et parfois même diminué dans une surdité cochléaire pour les fréquences aigues.

Il est toujours allongé dans une surdité rétro-cochléaire.

- l'intervalle I-V est lui-même pris en défaut si, par absence d'identification du Pic I, on ne peut le calculer. Dans ce cas, il faut recourir à l'électro-cochléographie, ou l'enregistrement avec une électrode active placée dans le conduit auditif externe, pour bien l'identifier.

- I T -V est pris en défaut dans le cas de neurinomes bilatéraux, de même que l'I T -I-V. C'est là que T-V et l'analyse globale de la morphologie de la réponse reprennent toute leur valeur.

Finalement, nous voyons que s'il n'existe pas de critère pathognomonique du neurinome, il existe un ensemble d'éléments traduisant la souffrance du nerf auditif, que ce soit d'ailleurs par un neurinome ou une autre tumeur de l'angle ponto-cérébelleux.

Au total, si l'on voulait donner aux PEAP une valeur localisatrice du neurinome, on pourrait remarquer :

- la présence de 5 ondes avec un allongement de la latence de l'onde V, fait penser à une lésion rétro-cochléaire ;

- l'absence de réponse d'un côté, alors qu'il persiste un certain degré d'audition, et des PEAP normaux de l'autre, évoque un neurinome du Stade I ;

- la présence d'une onde I isolée, parfois d'ailleurs retrouvée en dessous du seuil tonal, associée à une morphologie normale contro-latérale, évoque une tumeur de la fosse cérébrale postérieure stade III ou IV ;

- si en plus il existe un allongement III-V contro-latéral, il faut penser à une compression importante de la tumeur sur le tronc cérébral.

Au terme de cette étude, nous nous sommes demandé comment le neurinome pouvait entraîner des modifications de la latence, voire une destructuration, des réponses aux PEAP, et nous avons trouvé plusieurs hypothèses.....

I - C - HYPOTHESES PHYSIOPATHOLOGIQUES DES TROUBLES DE CONDUCTION NERVEUSE

dans les neurinomes de l'acoustique, pouvant expliquer la modification de la réponse aux PEAP.

Comment le neurinome peut-il entraîner ces troubles de conduction ?
Plusieurs hypothèses peuvent être soulevées :

1) la dissociation des fibres nerveuses et leur destruction par la tumeur ne peut guère être retenue. En effet, hormis le cas des neurofibromatoses, souvent multiples, de la maladie de Recklinghausen dont le tissu tumoral peut effectivement dissocier les fibres nerveuses, les neurinomes proviennent de la prolifération des cellules de Schwann qui refoulent les fibres nerveuses à la périphérie sans les dissocier ni les détruire.

2) la compression du nerf par la tumeur, que celle-ci soit un neurinome ou un méningiome, semble être l'hypothèse actuellement retenue.

- CHINN et MILLER (75) réalisent expérimentalement chez le chat une compression de la VII^e paire crânienne, au moyen d'un petit ballonnet gonflable. Le simple "contact" du ballonnet sur le nerf auditif, entraîne une diminution sensible de l'amplitude des réponses évoquées. Le gonflage du ballonnet entraîne une diminution supplémentaire de l'amplitude et un allongement de la latence des réponses. Ces modifications régressent généralement au dégonflage du ballonnet, mais s'aggravent si on le regonfle de nouveau. Les auteurs expliquent ces phénomènes :

- . par un ralentissement de la conduction nerveuse dans le nerf auditif, dû à la compression extrinsèque ;
- . mais aussi sans doute par des phénomènes d'ischémie au niveau du nerf auditif par compression des vasa-nervorum ; cette ischémie est plus ou moins réversible selon la durée et la répétition de la compression.
- . des phénomènes de dépolarisation pourraient enfin expliquer l'effet "contact" décrit par ces auteurs.

Le simple fait de poser le ballonnet au contact du nerf entraîne un ralentissement de la conduction et une baisse de l'amplitude

des potentiels évoqués. Cet effet a été également décrit par BEAGLEY et Col. en 77 chez le Cobaye: Un simple fragment de coton posé délicatement au contact du nerf auditif, au niveau du porus, entraîne une modification du potentiel d'action du nerf enregistré par électro-cochléographie, une diminution de l'amplitude de la réponse, voire sa disparition.

Ces altérations sont réversibles lorsque l'on retire le fragment de coton.

Les mêmes effets sont également obtenus par instillations locales au contact du nerf, d'une solution déci- ou centi-molaire, de KCl ; ces effets disparaissent après un rinçage au SERUM PHYSIOLOGIQUE.

Finalement que ce soit par effet direct de la compression sur les fibres nerveuses, par dépolarisation de la surface du nerf, ou par ischémie localisée au niveau du nerf, le résultat en est :

- soit un simple ralentissement de la vitesse de conduction nerveuse qui se traduit par l'allongement des latences des ondes ;
- soit une "désynchronisation", terme utilisé par de nombreux auteurs, du front de l'influx nerveux au niveau du nerf auditif, ce qui se manifeste par la déstructuration du tracé des PEAP dont les pics ne sont donc plus individualisables.

En effet, pour que l'on ait une réponse évoquée, se traduisant par des pics précis, il faut que les potentiels unitaires qui vont leur donner naissance soient parfaitement synchrones du son de la stimulation ; sinon ces potentiels unitaires ne seront pas extraits du bruit de fond par le moyennage, et n'apparaîtront pas sous forme de pic sur le tracé cumulé.

II - PLACE DES PEAP DANS LE BILAN DIAGNOSTIQUE DU NEURINOME DE L'ACOUSTIQUE

II - A - Etude des PEAP chez 31 sujets fortement suspects de Neurinome de l'Acoustique.

Nous avons recherché dans le service du Professeur MORGON les dossiers des malades suspects de neurinome . Afin de restreindre le large cadre des surdités de perception unilatérales nous avons recherché les malades ayant eu soit un Scanner, soit une cisternographie.

En effet, lorsque par le bilan clinique, audio-vestibulaire et radiologique classique (incidences et tomographies du Rocher) on suspecte un neurinome, on cherche avant de poser une indication opératoire à en faire la preuve anatomique. Et en pratique ce sont bien actuellement le Scanner et/ou la cisternographie lipiodolée qui apportent cette certitude. Notons-là que l'indication de ce dernier examen qui n'est d'ailleurs par toujours anodin, a considérablement diminué depuis quelques années sans doute en partie grâce au développement du Scanner. Ainsi dans le service de radiologie de l'hôpital Edouard Herriot, 67 cisternographies avaient été faites en 78, 35 en 79 et ... 8 pour les 8 premiers mois de 1980.

Nous avons ainsi retrouvé 47 dossiers sur lesquels nous avons gardé pour notre étude les 31 ayant eu des PEAP.

Nous allons essayer de voir quelle est la valeur de cet examen comme élément de ce diagnostic du neurinome et la comparer avec celle des autres examens que nous avons à notre disposition.

1) Analyse des 31 cas :

Sur ces 31 dossiers, nous avons retenu dans 10 cas des tracés pathologiques des PEAP évoquant une surdité de type rétro-cochléaire.

Sur ces 10 cas :

- 6 neurinomes opérés et confirmés, analysés dans la première étude (BER..., BOS..., BOY..., DIA..., MOU..., REY...). Nous comparerons les résultats donnés par les différents examens à la fin de ce chapitre.

(voir tableau VIII p. 72)

- une volumineuse tumeur de l'angle ponto-cérébelleux pour laquelle le diagnostic de neurinome avait été fait, et l'indication opératoire posée, mais dont nous n'avons pas eu, hélas, la confirmation histologique ; ce cas est analysé également dans la première étude (MER...)

- une suspicion de sclérose en plaque : il s'agit d'une jeune femme de 30 ans ayant fait une poussée avec troubles de l'équilibre, hypoalence gauche vestibulaire, hypoacousie gauche de 15 dB sur le 2000 Hz seulement, dysesthésie et paresthésies des membres inférieurs. Son tracé montrait bien des signes de surdité rétro-cochléaire gauche avec allongement de T-V (8 msec.) de l'intervalle I-V (5,9 msec) et des écarts inter-auriculaires I T - V (1,8 msec) et I.T I-V (1,6 msec). Mais la morphologie de la réponse était évocatrice d'une sclérose en plaque avec une onde I anormalement ample et surtout une disparition complète de l'onde III, alors que les autres ondes étaient parfaitement identifiées.   tant donné que ses PEAP répondaient aux critères d'une atteinte rétro-cochléaire, nous l'avons donc considérée comme un faux positif pour le diagnostic du neurinome par les PEAP dans notre série.

- deux cas suspects enfin et dont les bilans sont en cours :

PAR... malade de 52 ans présentant une surdité unilatérale gauche depuis trois ans (- 50 dB à 1000 Hz et - 60 dB au delà) avec acouphènes et hypoalence vestibulaire gauche ; petit élargissement du conduit auditif interne gaucheur sur les tomographies. Scanner normal. Les PEAP montrent un allongement net de la latence T V gauche, de l'intervalle I-V, et de l'I T-V. Devant ce tracé on doit pousser les investigations et ce malade doit être revu pour avoir une cisternographie.

GOU... ce malade de 29 ans présente une surdité importante unilatérale (-80 à -100 dB)   voluant depuis près de 10 ans, avec inexcitabilité vestibulaire gauche. Il est intéressant de noter que ce malade présente une sténose nette de son porus gauche, bien visible sur les tomographies de conduits auditifs internes. Son Scanner est normal. PEAP : son tracé désorganisé permet cependant de retrouver les ondes I et V. Il présente un allongement important de la latence

T-V et des intervalles I-V, I.T.-V et I.T. I-V. Cet aspect très anormal nous pousse à faire une cisternographie.

On est tout de même troublé par cette sténose du porus gauche, et on peut se demander, si la cisternographie était normale, si cette sténose ne pourrait pas expliquer cet aspect des PEAP évoquant une surdité rétro-cochléaire (nous n'avons pas trouvé de cas identiques signalés dans la littérature).

Dans les autres cas (21 sur 31) les PEAP ont été considérés comme normaux, compte-tenu de la surdité de perception, mais sans signe de surdité rétro-cochléaire. Il s'agissait de malades venus pour une surdité unilatérale (12) ou bilatérale (9) ;

- ayant un T.D.T. négatif dans 6/13 cas où il a été réalisé
- ayant des signes de recrutement (SISI test) 10 fois sur les 13 recherchés
- ayant une hypovalence vestibulaire unilatérale (15) et bilatérale (1) sur les 17 cas où on l'a recherchée
- ayant une asymétrie des conduits auditifs internes dans 16 cas
- mais le Scanner (18 sur 18) et/ou la cisternographie (8 sur 9) récusait le diagnostic de neurinome de l'acoustique. Dans un cas la cisternographie est restée suspecte, le conduit auditif interne n'étant pas parfaitement imprégné.

On connaît bien sûr les limites de ces examens :

- le Scanner ne peut pas détecter les neurinomes de moins de 1,5 cm à 2 cm
- la cisternographie peut être prise en défaut pour de tous petits neurinomes intra-canalaires.

Ce n'est donc que la surveillance régulière et l'évolution de ces malades qui pourront nous montrer éventuellement la présence de petits neurinomes, ce qui permettrait alors de parler de "faux négatifs" dans la détection précoce du neurinome par les PEAP.

Le tableau IX p. 73 résume les observations de ces 21 cas,

VIII - TABLEAU DES 10 MALADES AYANT DES PEAP PATHOLOGIQUES

Obs.	Age	SURDITE				Vocale	BEKESY	TDT	SISI	ENG	TCAI	Scan.	Cist.	PEAP
		2000		4000										
		OD	OG	OD	OG									
BER...	18	5	90	5	80	+	+	+		↓	+	-	+	+ NA G
BOS...	62	80	25	85	85	+		+	+	↓	+	-	+	+ NA D
BOY...	29	60	10	70	10	+	+	-	+	o	+	+		+ NA D
DIA...	28	40	10	55	40	+	+	+	+	o	+	+		+ NA D
MOU...	31	10	35	5	40	-	-	+	+	↓	+	+		+ NA G
REY...	41	75	35	70	25	+	+				+	+	+	+ NA D
MER...	72	80	40	70	55			+	-	o	+	+	+	+TFCPD
CAT...	30	15	0	5	10					↓	-	-		+ SEP
PAR...	52	15	50	10	60					↓	+	-		+ susp
GOU...	29	10	95	5	95			-	-	o	§	-		+ susp

Légende :

- VOCALE : + : trouble de l'intelligibilité à l'audiométrie vocale
- BEKESY : + : audiométrie automatique ; courbes type III ou IV
- T.D.T. : + : fatigabilité du nerf auditif
- SISI : + : existence d'un recrutement
- ENG : o : aréflexie vestibulaire unilatérale
- ENG : ↓ : dysréflexie vestibulaire avec hypovalence unilatérale
- T.CAI : + : tomographies des conduits auditifs internes : élargissement
- T.CAI : § : cas où existe une sténose du porus
- Scan. : + : scanner : présence d'une tumeur de l'angle ponto-cérébelleux
- Cist. : + : cisternographie : présence d'une tumeur de l'angle ponto-cérébelleux
- PEAP : + : tracé de type rétro-cochléaire : (voir 1ère partie)
- N.A. : neurinome de l'acoustique opéré
- T. FCP : tumeur de la fosse cérébrale postérieure, non opérée
- S.E.P. : Sclérose en plaque
- susp. : malades suspects de neurinome dont le bilan est en cours.

IX -TABLEAU des 21 malades AYANT DES PEAP "NORMAUX"

OBS.	Age	S U R D I T E				TDT	SISI	ENG	TCAI	SCAN	CIST	PEAP
		2000		4000								
		OD	OG	OD	OG							
ACH...	42	10	10	30	30	-	-	↓	+	-		-
BON...		50	15	65	15			↓	+	-		-
BON...	32	80	80	90	75	+	+	↓	-	-		-
BRI...	18	70	30	50	50	-	+	↓	-	-		-
BRU...	28	5	10	5	60	-	+	↓	+	-	+	-
CAR...	12	10	10	35	70	+	-	↓	+		-	-
CRA...	47	55	30	65	60				+		-	-
DID...	39	20	15	20	20			↓	+		-	-
EMO...	43	0	0	20	20				+	-	-	-
GAN...	57	10	80	30	85	+	+	↓	-	-	-	-
GIR...	48	20	30	25	30	+	-	-	-	-		-
GLE...	19	0	50	10	40	-	+	↓	+	-	-	-
OMA...	38	10	20	40	60			↓	+	-		-
PAG...	52	45	20	50	20	+	+		+	-		-
PUC...	55	70	15	80	25				-	-		-
RAC...	36	10	50	25	40		+	↓	+	-		-
ROH...	36	90	10	80	20			↓	+	-		-
SAC...	42	80	10	80	25	-	+	↓	+		-	-
SEM...	43	15	30	55	60	-	+	↓	+	-	-	-
ZAN...	55	15	10	60	50	+		↓	+		-	-
ZMD...	46	65	5	55	5	+	+	0	+		-	-

Légende : voir page précédente

Afin de montrer les limites des PEAP, nous allons analyser le cas d'un malade actuellement classé parmi les 21 PEAP "normaux", sans neurinome.

Il s'agit d'un malade de 28 ans (BRU...) présentant une surdité unilatérale gauche progressive, avec courbe tonale descendante à partir de 4000 Hz (-60 dB) sans acouphène ni vertige, et sans autre signe neurologique. Le TDT est négatif, le SISI test est positif ; hypovalence vestibulaire gauche ; évasement du porus gauche sur les tomodographies ; Scanner normal, mais la cisternographie est suspecte : le produit de contraste n'arrive pas à pénétrer dans le conduit auditif interne.

Les PEAP, comme plusieurs de ces examens, étaient douteux : tracé bien structuré mais avec un allongement de T - V (6.9) et IT - V (0.6) ne pouvant que partiellement être mis sur le compte de sa surdité comme le prouve l'allongement également de IT I-V (0.4 msec) modéré d'ailleurs.

Devant ce bilan dont aucun examen n'était pleinement concluant, nous avons revu le malade 6 mois plus tard : son examen clinique et sa surdité sont inchangés mais son enregistrement des PEAP avec les mêmes fréquences de stimulations, est actuellement considéré comme normal, avec notamment T - V : 6,7 msec., correspondant à sa surdité de 60 dB.

Mais les écarts inter-auriculaires IT - V (0.2) et surtout IT I-V (0.1) sont parfaitement normaux. Nous voyons que dans ce cas les PEAP pouvaient dans un premier bilan faire suspecter un neurinome, mais n'emportaient pas plus que les autres examens d'ailleurs, notre conviction.

La parfaite "reproductibilité" de cet examen était en ce cas, également prise en défaut puisqu'un deuxième examen fait 6 mois plus tard ne retrouvait aucun signe en faveur d'une surdité rétro-cochléaire.

2) Valeur des PEAP parmi les autres examens réalisés
chez 6 malades ayant un neurinome :

- la vocale montrait des troubles de l'intelligibilité 5 fois sur 6
- le T.D.T. était anormal 4 fois sur les 5 recherchés
- le SISI test montrait un recrutement les 4 fois où on l'avait fait ; le Bekesy, 4 fois sur 5, une courbe type III ou IV
- l'électro-nystagmographie montrait toujours une aréflexie (2) ou une hypovalence (2) dans les cas où on l'avait pratiquée
- les tomographies des conduits auditifs internes montraient toujours un élargissement net du conduit auditif interne et du porus (6/6)
- le Scanner mettait en évidence une tumeur de l'angle ponto-cérébelleux dans les 4 cas de neurinomes stade III et IV ; il n'était négatif que dans les deux cas de neurinomes intracanaux stade I.
- la cisternographie réalisée dans 3 cas était toujours positive
- les PEAP étaient toujours très perturbés, montrant une souffrance du nerf auditif et parfois du tronc cérébral (voir la première étude).

Le malade ayant une volumineuse tumeur de l'angle ponto-cérébelleux pour lequel le diagnostic de neurinome avait été fait mais qui n'a pu être opéré, avait également :

- un T.D.T. positif, pas de recrutement au SISI test
- une aréflexie vestibulaire unilatérale
- un conduit auditif interne élargi sur les tomographies
- le Scanner et la cisternographie montraient cette tumeur de l'angle ponto-cérébelleux de plus de 3 cms
- les PEAP très désorganisés montraient un allongement de T-V et de I.T.-V.

Ces différents examens et leur valeur sont regroupés dans le tableau X, page suivante.

Nous rappellerons dans le tableau ci-dessous, la valeur des différents examens pratiqués pour le diagnostic de 6 neurinomes.

	Test positif	"faux négatifs"
VOCALE : trouble de l'intelligibilité	5/6	1/6
BEKESY : type III ou IV	4/5	1/5
T.D.T. : fatigabilité du nerf auditif	4/5	1/5
Absence de recrutement	0/4	4/4
E.N.G. : hypo ou aréflexie	4/4	0/4
T.CAI : élargissement du CAI ou du porus	6/6	0/6
SCANNER : tumeur de l'angle ponto-cérébelleux	4/6	2/6
CISTERNOGRAPHIE : tumeur de l'angle ponto-cérébelleux	3/3	0/6
PEAP : anomalies de type rétro- cochléaire	6/6	0/6

TABLEAU X comparant la valeur des différents examens.

. Nous retrouvons bien les données classiques :

- le recrutement, s'il est un signe d'atteinte cochléaire, ne permet pas d'éliminer une surdité rétro-cochléaire : il est retrouvé chez nos 6 malades.
- l'audiométrie "vocale", l'audiométrie automatique de Békésy et le T.D.T. restent de bons tests d'orientation.
- l'atteinte vestibulaire est retrouvée dans 6 cas.
- l'exploration radiologique reste l'élément décisif du diagnostic, connaissant les limites de chacun des examens (notamment pour le Scanner qui n'a pas visualisé les deux neurinomes intra-canaliaires).

. les PEAP étaient toujours anormaux, en faveur d'une origine rétro-cochléaire de la surdité.

En conclusion à cette étude, nous voyons encore le grand intérêt des PEAP dans le diagnostic du neurinome : Ils sont :

- toujours perturbés (selon les critères décrits dans la première partie) dans les 6 cas de neurinomes opérés et dans le cas de la tumeur de l'angle ponto-cérébelleux non opérée pour laquelle le diagnostic de neurinome avait été fait .
 - "normaux" (selon les mêmes critères) chez les 21 malades venus pour suspicion de neurinome et pour lesquels le reste du bilan a permis, pour le moment du moins, d'éliminer la présence d'un neurinome.
 - perturbés également dans
 - . une suspicion de sclérose en plaque
 - . deux suspicions de neurinome, en cours de bilan.
-

II - B - Valeur comparée des PEAP et des autres examens

pratiqués pour le diagnostic des neurinomes de l'acoustique.
(Résultats de notre étude, et de celles d'autres auteurs)

Nous allons comparer la valeur des PEAP, et des différents examens d'exploration fonctionnelle audio-vestibulaire utilisés habituellement dans le bilan diagnostique du neurinome de l'Acoustique.

Nous ne comparerons pas ici la valeur des examens radiologiques (Scanner et cisternographie) dont nous avons déjà vu les limites, et qui interviennent dans un deuxième temps seulement de l'approche diagnostique d'une surdité rétro-cochléaire.

Le tableau de la page suivante, qui regroupe les résultats de diverses études, ainsi que de la nôtre, nous montre que les PEAP, avec en moyenne 2 % de faux négatifs sur 335 neurinomes confirmés, sont bien l'examen d'exploration fonctionnelle la plus fiable pour le diagnostic de cette affection.

Nous voyons bien ainsi tout l'intérêt qu'il peut y avoir à intégrer cet examen dans la batterie des tests d'exploration fonctionnelle auditive, non pour s'en servir systématiquement en première intention, mais seulement lorsque l'ensemble des autres examens sera discordant, ou lorsqu'une forte suspicion de surdité rétro-cochléaire ne pourra être confirmée par ceux-ci.

La positivité des PEAP fera alors pousser les investigations, Scanner et cisternographie.

Par contre, l'aspect normal des PEAP, fait en principe écarter le diagnostic de Neurinome de l'Acoustique (avec un risque de 2 %).

TABLEAU XI : TAUX DES FAUX NEGATIFS POUR LES DIFFERENTS EXAMENS

D'EXPLORATION FONCTIONNELLE

Auteurs Années	N	Vocale	Bekesy	TDT	SISI	Refl. Stap.	ENG	PEAP
SELTERS & BRACKMANN 77	21					22 %	16 %	0 %
THOMSEN & Col.78	27					26 %		0 %
MILLER & JOSEY 78	17	43 %	32 %	32 %		25 %	8 %	6 %
CLEMIS & Mac GEE 79	27	50 %	53 %	23 %	40 %			7 %
GLASSCOK & Col. 79	46			37 %	30 %	19 %	19 %	2 %
HOUSE & BRACKMANN 79	146							2 %
FEBLOT & UZIEL 80	45	22 %					8 %	0 %
Notre série 80	6	16 %	20 %	20 %	100%		0 %	0 %
TOTAL	335							2 %

N = nombre de neurinomes de chaque série.

III - Exemples de PEAP dans d'autres tumeurs et affections neurologiques

Nous avons vu les modifications observées dans les neurinomes de l'acoustique, mais nous voudrions illustrer par quelques exemples empruntés au Professeur A. MORGON et au Docteur C. FISCHER :

- de modifications des PEAP dans des tumeurs de l'angle ponto-cérébelleux autres que le neurinome de l'acoustique
- l'absence de modification des PEAP dans certaines autres "Tumeurs" de l'angle ponto-cérébelleux
- de modifications des PEAP observées enfin:
 - dans la SEP
 - dans des lésions "cicatricielles" post-opératoires des Tumeurs de l'angle ponto-cérébelleux.

A - Modifications des PEAP dans des Tumeurs de l'angle ponto-cérébelleux autres que les neurinomes de l'acoustique.

Deux exemples :

1) REB... : femme de 50 ans, venue pour suspicion de neurinome elle présente en effet :

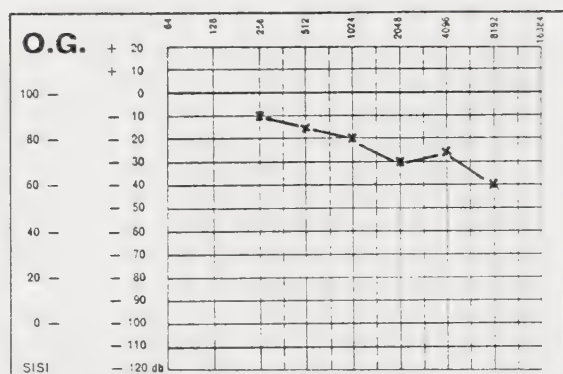
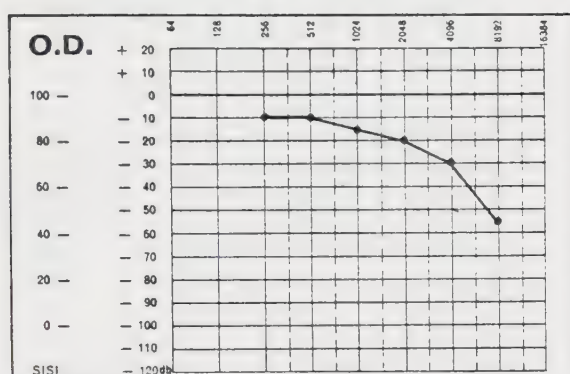
- hypoacousie gauche modérée depuis un an (-20 à -30 dB)
- acouphènes et hypoesthésie cornéenne gauche
- pas d'atteinte du VII
- hypovalence vestibulaire gauche
- T.D.T. ⊕, SISI ⊖
- tomographies du conduit auditif interne normales
- Scanner : volumineuse tumeur de l'angle ponto-cérébelleux gauche.
- PEAP : O.G. : tracé totalement désorganisé dans lequel on trouve l'onde I, et l'onde V de latence augmentée (T-V = 6.3 msec), mais de amplitude.
- O.D. : une réponse de latence normale, mais diminution nette de l'amplitude des ondes IV et V. Par contre I, II, et III sont normales.

L'intervention permet d'enlever chez cette malade un volumineux méningiome de l'angle ponto-cérébelleux de plus de 4 cms, qui était enchassé dans le tronc cérébral et enveloppait les VIIe et VIIIe paires crâniennes.

2) BEN... : femme de 69 ans venue pour névralgies faciales;

- _ hypoacousie bilatérale modérée à courbe descendante surtout à droite, avec -30 dB sur le 4000 Hz.
- _ Pas de dysréflexie vestibulaire
- _ Le Scanner montre l'existence d'une tumeur de la fosse cérébrale postérieure
- _ Les PEAP : - à droite, tracé de morphologie normale mais avec un net allongement de T-V et des écarts I.T.-V et I.T.-I/V ; l'allongement de I-V se fait essentiellement aux dépens de I-III.
- à gauche, tracé normal.

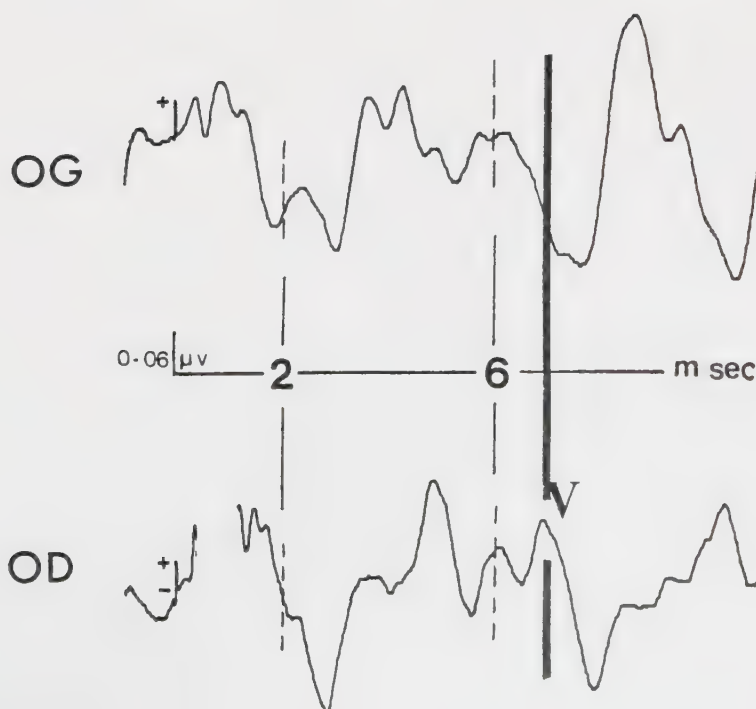
L'intervention permet de découvrir un petit méningiome de la fosse cérébrale postérieure droite, qui comprimait le nerf auditif.



A4338

STIM. A

C=0,060 MU



Ces deux observations montrent que certaines tumeurs de l'angle ponto-cérébelleux peuvent comprimer le nerf auditif et donner une modification des PEAP de même type que celles observées pour un neurinome de l'acoustique.

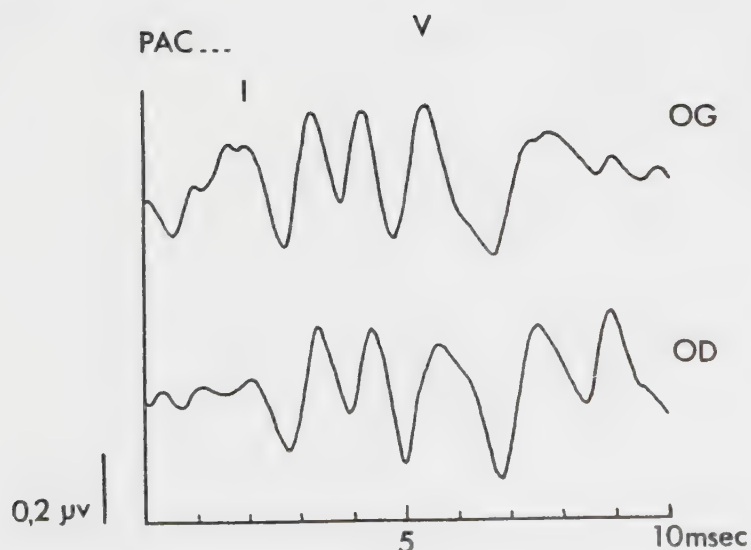
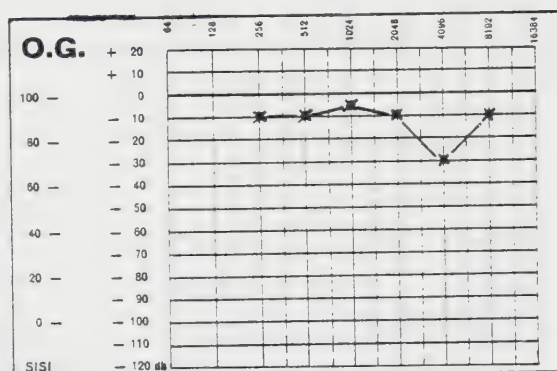
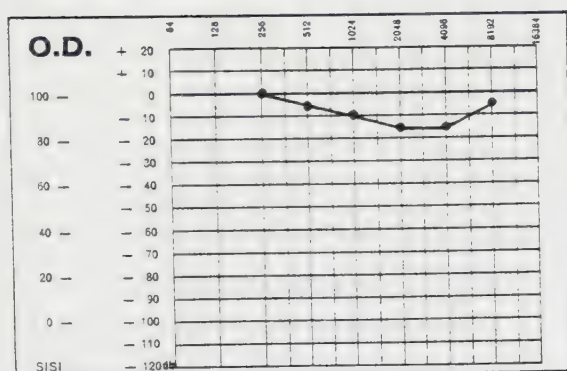
Dans le premier cas, la diminution de l'amplitude des ondes IV et V contro-latérales pourraient traduire le contact étroit du méningiome avec le tronc cérébral au niveau des voies croisées d'origine contro-latérale.

B - Tumeurs de l'angle ponto-cérébelleux sans modification des PEAP

1) PAC... : femme de 42 ans venue pour névralgie faciale gauche.

- légère hypoacousie gauche de 30 dB à 4000 Hz :
- pas de signe vestibulaire
- les PEAP sont normaux des deux côtés.

L'intervention trouve un volumineux angiome de la fosse cérébrale postérieure, nourri par l'artère cérébelleuse supérieure



2) ARN... : homme de 52 ans venu pour suspicion de neurinome gauche.

- _ Hypoacousie gauche de 80 dB, ancienne, avec acouphènes et vertiges depuis 6 mois.
 - _ Recrutement au SISI test
 - _ Les tomographies du conduit auditif interne montrent une dilatation du conduit auditif interne du côté gauche.
 - _ La cisternographie montre un obstacle en regard du conduit auditif interne gauche
 - _ Le Scanner est normal.
 - _ Les PEAP montrent: à gauche un tracé peu ample, mais dans lequel on repère bien les ondes I, III et V de latence normale pour la surdité.
- : à droite, tracé normal.

L'intervention trouve une petite tuméfaction intra-canalair, mobile et ne comprimant pas le nerf auditif, pour laquelle l'histologie montre qu'il s'agit de tissu cérébelleux : il s'agissait donc d'une hernie du flocculus dans le conduit auditif interne.

Dans ces deux cas, nous étions en présence de formations de la fosse cérébrale postérieure, pour lesquelles les PEAP étaient normaux.

On pourrait l'expliquer par le fait que ces deux formations (hernie du cervelet et angiome) ne comprimaient pas le nerf auditif, et ne gênaient pas la conduction nerveuse.

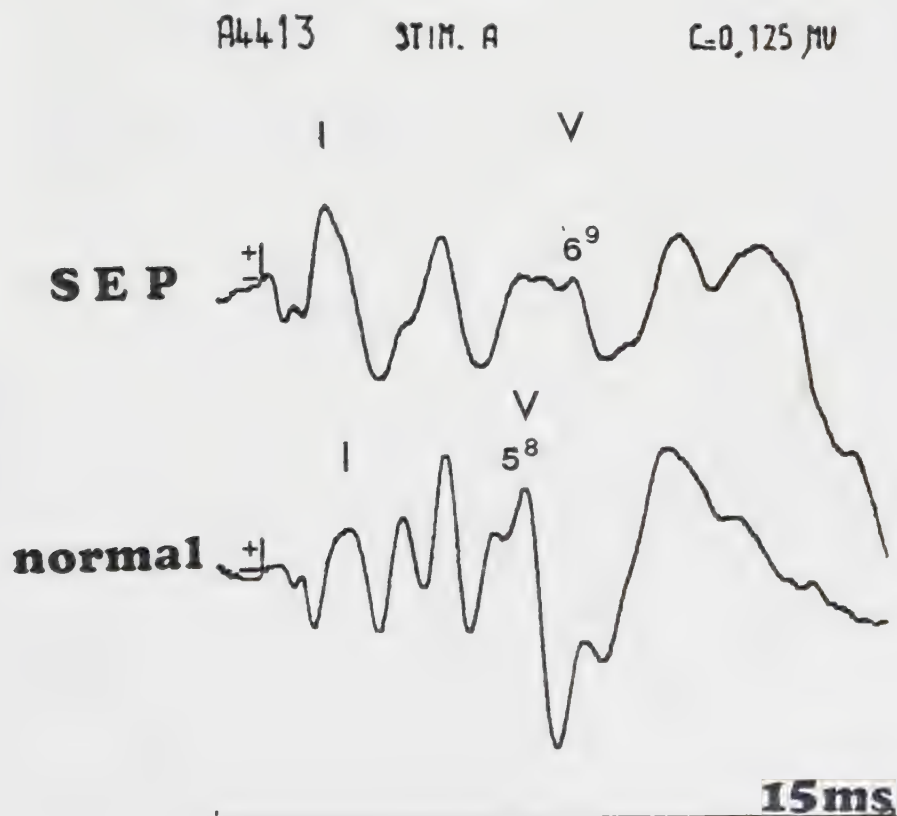
C - Affections neurologiques non tumorales altérant les PEAP,
mais sans atteinte de l'audition.

1) La Sclérose en plaque :

Dans cette affection, différents potentiels évoqués, somesthésiques, visuels, et auditifs, peuvent être modifiés. Pour ces derniers on observe essentiellement :

- une onde I d'amplitude anormalement grande
- une onde III, de faible amplitude, voire absente
- une onde V peu ample, large, et de latence élevée avec augmentation de l'intervalle I-V

A titre d'exemple voici, comparé avec un tracé normal, le tracé d'une S.E.P. certaine, avec diffusion des lésions démyélinisantes dans le temps et dans l'espace, et existence d'un syndrome biologique inflammatoire (Gammaglobuline à 16 %). Ce malade a par ailleurs un audiogramme normal. (C. FISCHER et Col.80)

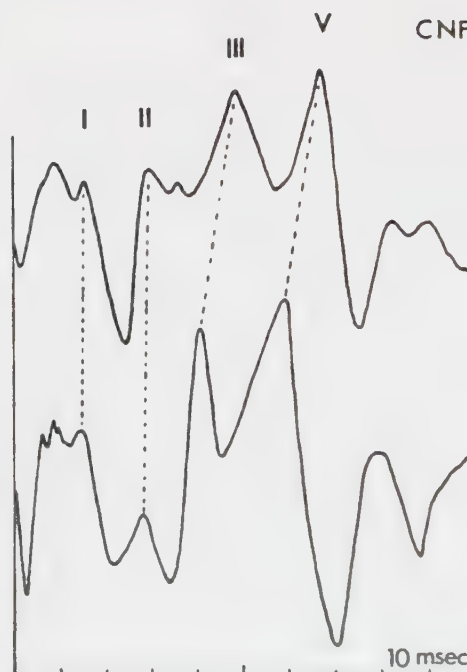
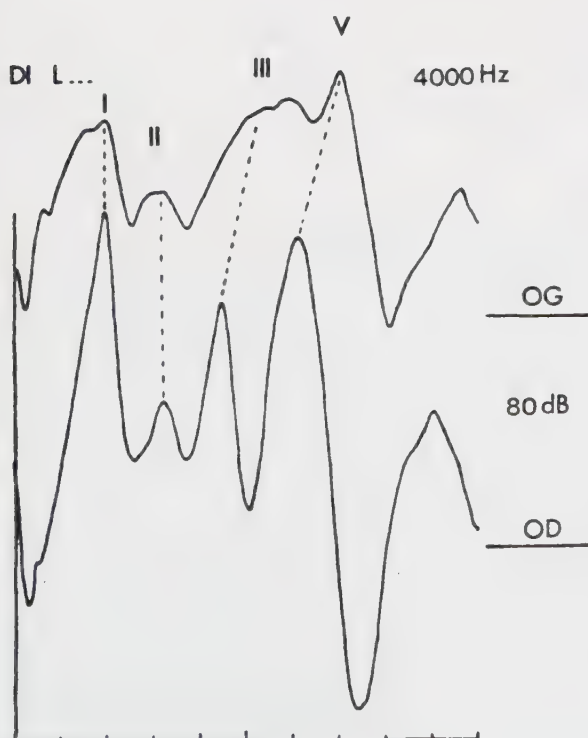
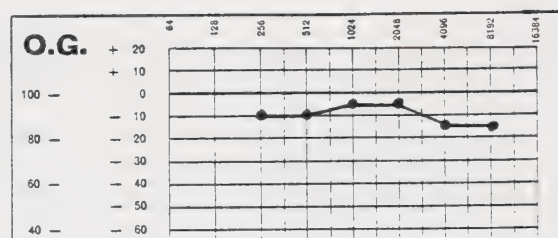
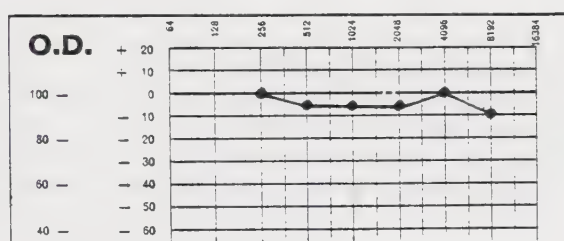


2) Lésions "cicatricielles"

Dans ce cadre de lésions non tumorales altérant les PEAP, et sans atteinte de l'audition, nous voudrions montrer un exemple, rapporté par le Professeur MORGON dans la thèse de SULTAN - 80.

Madame DI L..., 38 ans, a été opérée en mai 76 d'un méningiome de la fosse cérébrale postérieure gauche, qui refoulait le tronc cérébral, et comprimait le paquet acoustico-facial. Elle présentait en effet, depuis quelques temps une hypoacousie gauche de perception, sans recrutement, avec hypovalence vestibulaire gauche et hypoesthésie cornéenne.

L'audition s'est améliorée dans les suites de l'intervention, mais la malade est revenue récemment pour une "gêne" auditive gauche. Son audiométrie est normale, mais l'enregistrement des PEAP montre un net allongement de T-V (7.1 msec), de I.T.-V (0.9 msec), de I.T. I-V (0.9 msec) et de l'intervalle I-V à gauche (5.1 msec) essentiellement aux dépens de l'intervalle II-III (I.T. II-III = 1.1. msec).



Avec ces quelques exemples, nous avons voulu montrer que, si les PEAP étaient un examen très précieux dans le bilan d'une surdité retro-cochléaire, telle que dans le neurinome de l'acoustique, ils pouvaient également être perturbés par des tumeurs comprimant les voies auditives dans la fosse cérébrale postérieure, ou par des affections neurologiques dégénératives. Mais ils peuvent encore l'être par des tumeurs du tronc cérébral et du IVe ventricule, des accidents vasculaires ou des troubles métaboliques. (KNOLL et Col. 1980).

Les PEAP sont également un précieux moyen d'exploration fonctionnel qui permettra une meilleure connaissance de la neurophysiologie des voies auditives et du tronc cérébral.

C O N C L U S I O N S

Après un bref rappel historique et technique sur les POTENTIELS EVOQUES AUDITIFS PRECOCES (PEAP), ce travail nous montre :

- dans une première partie, les résultats d'une étude des PEAP réalisée chez 50 sujets témoins nous ont permis d'avoir les courbes et leurs valeurs normales, propres au Laboratoire. Les difficultés rencontrées lors de la mise en place d'une technique d'exploration fonctionnelle délicate et les résultats "normaux" de ces PEAP y sont rapportés ;

- dans une deuxième partie, les résultats de deux études :

. La première, menée chez 13 malades ayant un neurinome de l'acoustique, tous opérés, nous montre que les PEAP étaient toujours perturbés. Les différentes anomalies observées dans cette étude et dans celles d'autres auteurs y sont analysées. Les PEAP post-opératoires de malades ayant retrouvé, voire amélioré leur audition après l'intervention y sont représentés.

. La deuxième, menée chez 31 malades suspects de neurinome de l'acoustique, nous montre la place des PEAP parmi l'ensemble des examens utilisés pour faire le diagnostic de cette affection ; la valeur de ces différents examens y est comparée.

. Enfin, quelques exemples de modifications des PEAP dans d'autres tumeurs de l'angle ponto-cérébelleux, ainsi que dans des affections neurologiques dégénératives y sont donnés.

L'examen des PEAP, inoffensif pour le malade, représente l'examen fonctionnel le plus fiable pour le diagnostic du neurinome de l'acoustique (2 à 3 % de faux négatifs dans les plus importantes séries). Il doit donc avoir une place privilégiée parmi les autres examens d'exploration cochléo-vestibulaire, dès que l'on suspecte l'origine rétro-cochléaire d'une surdité.

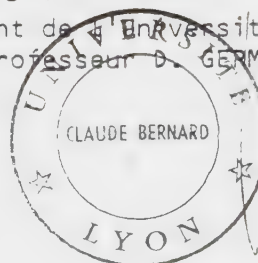
Le Président de la Thèse : *P.-J. Gaillard*

P.-J. Gaillard

VU ET PERMIS D'IMPRIMER

Lyon, le 10 NOV. 1980

Le Président de l'Université Claude Bernard
LYON I - Professeur D. GERMAIN



e Doyen de l'U.E.R. LYON NORD
octeur Y. MINAIRE
aître de Conférences agrégé

Y. Minaire

B I B L I O G R A P H I E
=====

B I B L I O G R A P H I E

=====

- 1 - ACHOR L.J.
Field analysis of Auditory brainstem responses.
Neurosci. Abstr., 1976, 2, 12.
- 2 - ACHOR L.J. and STARR A.
Auditory brainstem responses in the cat : I. Intracranial
and extracranial recordings.
Electroenceph. clin. Neurophysiol., 1980, 48, 154-173.
- 3 - ACHOR L.J. and STARR A.
Auditory brainstem responses in the cat : II Effects of lesions.
Electroenceph. clin. Neurophysiol., 1980, 48, 174-190.
- 4 - ALLEN A.R. and STARR A.
Auditory brainstem potentials in Monkey and Man.
Electroenceph. clin. Neurophysiol., 1978, 45, 53-63.
- 5 - ARAN J.M. et DELAUNAY J.
Réponses nerveuses périphériques chez le cobaye ; potentiels d'action
du nerf auditif, évoqués par clic et sons brefs (clics filtrés)
de différentes fréquences.
Rev. de Laryngol. Otol. Rhinol. (Bordeaux), 1969, 90, 598-614.
- 6 - BEAGLEY H.A., LEGOUIX J.P., TEAS D.C. and REMOND M.C.
Electrocochleographic changes in Acoustic Neuroma : some experimental findings.
Clin. Otolaryngol., 1977, 2, 213-219.
- 7 - BRACKMANN D.E. and SELTERS W.A.
Brainstem electric audiometry : acoustic neurinoma detection.
Rev. Laryngol. Otol. Rhinol., 1979, 100, 49-51.

- 8 - BUCHWALD J.S. and HUANG C.M.
Farfield acoustic response : origins in the cat.
Science 1975, 189, 382-384.
- 9 - CACACE A.T., SHY M. and SATYA MURTI S.
Brainstem auditory evoked potentials : A comparison of two high-frequency filter settings.
Neurology, 1980, 30, 765-767.
- 10 - CHIAPPA K.H. and GLADSTONE K.J.
Brainstem auditory evoked responses : Normal variations in human and utility of monaural stimulation in clinical neurology.
Neurology, 1978, 28, 402.
- 11 - CHIAPPA K.H., GLADSTONE K.J. and YOUNG R.R.
Brainstem auditory evoked responses : studies waveform variation in 50 normal human subjects.
Arch. Neurol., 1979, 36, 81-87.
- 12 - CHINN J. and MILLER J.
Animal model of acoustic neuroma.
Arch. otolaryngol., 1975, 101, 222-226.
- 13 - CLEMIS J.D. and Mac GEE T.
Brainstem electric response audiometry in the differential diagnosis of acoustic tumors.
Laryngoscope 1979, 89, 31-42.
- 14 - COATS A.C. and MARTIN J.L.
Human Auditory nerve action potentials and brainstem evoked responses : effects of audiogram shape and lesion location.
Arch. Otolaryngol., 1977, 103, 605-622.
- 15 - COATS A.C.
Human auditory nerve action potentials and brainstem evoked responses. Latency intensity functions in detection of cochlear and retro-cochlear abnormality.
Arch. Otolaryngol. 1978, 104, 709-717.

- 16 - DAVIS H.
United-States - Japan seminar on auditory responses from the brainstem.
Laryngoscope : 1979, 89, 1336-1339.

- 17 - DESPLAND P.A. et GALAMBOS R.
Les propriétés neurophysiologiques des ondes précoces auditives du tronc
cérébral et leur utilité en clinique.
Schweiz. med. wschr : 1979, 109, 781-787.

- 18 - DON M. and EGGERMONT J.
Analysis of click evoked brainstem potentials in man using
high-pass noise masking.
J. Acous. Soc. Am., 1978, 63, 1084-1092.

- 19 - FEBLOT P., CONRAUX C., et GREINER G.F.
Les potentiels évoqués auditifs : leur enregistrement par voie externe ;
leur intérêt en oto-neurologie.
Oto-neuro-opht. : 1979, 51, 25-34.

- 20 - FEBLOT P. et UZIEL A.
Detection of Acoustic Neuromas with brainstem auditory evoked potentials.
Comparison between cochlear and retrocochlear abnormalities.
In: clinical applications of evoked potentials in neurology.
COURJON J., MAUGUIERE F., et REVOL M. editors
Raven Press - New-York 1981 (à paraître).

- 21 - FISCHER C., BLANC A., MAUGUIERE F. and COURJON J.
Potentiels évoqués auditifs précoces et sclérose en plaque ;
A propos de 100 observations.
Communication à la Soc. Neuro-Psych. de la Région Lyonnaise : sept.80(à paraître).

- 22 - FISCHER C., MAUGUIERE F., ESCHALLIER J.F., TOMMASI M. et COURJON J.
Brainstem auditory evoked potentials in tumors and vascular disease.
In : clinical applications of evoked potentials in neurology.
COURJON J., MAUGUIERE F. et REVOL M. editors
Raven Press - New-York, 1981 (à paraître).

- 23 - FISCHER G., COSTANTINI J.L. et MERCIER P.
Improvement of hearing after microsurgical removal of acoustic neurinoma.
Neuro-Surgery, 1980, n° 7, 154-159.
- 24 - FREYSS G.
L'exploration audio-vestibulaire du tronc cérébral.
Ann. oto-Laryngol. (Paris), 1979, 96, n°3, 167-183.
- 25 - FROMM B., NYLEN C.O. and ZOTTERMANN Y.
Studies in the mechanism of Wewer-Bray effect.
Acta otolaryngol. (Stockh), 1935, 22, 477-486.
- 26 - GLASSCOCK M.E., JACKSON C.G., LOSEY A.F., DICKINS S.R. and WIET R.S.
Brainstem evoked response audiometry in a clinical practice.
Laryngoscope : 1979, n° 7, 1021-1035.
- 27 - GILROY J. and LYNN G.E.,
Computerized tomography and auditory evoked potentials. Use in the
diagnosis of olivopontocerebellar degeneration.
Arch. Neurol., 1978, 35, 143-147.
- 28 - HARRISSON J.M.
Functional properties of the auditory system of the brainstem.
In : Handbook of Behavioral neuro-biology p. 409-456.
Edited by R.B. MASTERSON - 1978 - Plenum Press - New-York - London
- 29 - HECOX K. and GALAMBOS R.
Brainstem Auditory evoked responses in human infants and adults.
Arch. Otolaryngol. (Stockh.), 1974, 99, 30-33.
- 30 - HOUSE J.W. and BRACKMANN D.E.
Brainstem audiometry in neurologic diagnosis.
Arch. Otolaryngol. 1974, 105, 305-309.
- 31 - HUANG C.M. and BUCHWALD J.S.
Interpretation of the Vertex short-latency acoustic responses :
a study of single neurons in the brainstem.
Brain. Res. : 1977, 137, 291-303.

- 32 - JEWETT D.L.
Averaged volume conducted potentials to auditory stimuli in the cat.
Physiologist. : 1969, 12, 262.
- 33 - JEWETT D.L., ROMANO M.N. and WILLISTON J.S.
Human auditory evoked potentials : possible brainstem components
detected on the scalp.
Science (N.Y.), 167, 1517-1518.
- 34 - JEWETT D.L.
Volume conducted potentials in response to auditory stimuli as
detected by averaging in the cat.
Electroenceph. Clin. Neurophysiol. : 1970, 28, 609-618.
- 35 - JEWETT D.L. and WILLISTON J.S.
Auditory evoked far fields averaged from the scalp of humans.
Brain : 1971, 94, 681-696.
- 36 - KJAER M.
Differences of latencies and amplitudes of brainstem evoked potentials
in subgroups of a normal material.
Acta. Neurol. Scandinav. : 1979, 59, 72-79.
- 36b- KNOLL et Col. 1980 (voir en fin de Bibliographie)
- 37 - KOOS W.T.
In : clinical microneurosurgery, p. 91-112
KOOS W.T., BOCK F.W. and SPETZLER R.F.
Georg Thieme editor. Stuttgart. 1976 .
- 38 - LEMPERT J., WEWER E.G. and LAURENCE M.
The cochleogram and its clinical application
A preliminary report.
Arch. Otolaryngol. : 1947, 45, 61-67.
- 39 - LEV A. and SOHMER H.
Sources of averaged neural responses recorded in animal and human
subjects during cochlea audiometry.
Arch. Klin. Exp. Ohren-Nasen-Kehl-Kopfkeilk : 1972, 201, 79-90.

- 40 - LIEBERMAN A., SOHMER H. and SZABO G.
Cochlear audiometry (electrocochleography) during the neonatal period.
Dev. Med. child. Neurol. : 1973, 15, 8-13.
- 41 - LOLAS F., HOEPPNER T. and MORELL F.
The brainstem auditory evoked response profile ; a method of reporting electrophysiologic brainstem examinations in clinical practice.
Neurology : 1979, 29, 242-244.
- 42 - MARAVAL G., PERNIER J., PERONNET F., ECHALLIER J.F., GERIN P. et MAUGUIERE F.
EVØQ : système configurable de stimulation automatique et d'enregistrements des potentiels évoqués moyens sur mini-ordinateur.
Int. J. Bio. Medical Computing (II) : 1980, 225-239.
- 43 - MARILLAUD A. et FONTANEL J.P.
Audiométrie objective et enregistrement de l'activité électrique du tronc cérébral par électrodes de surface.
Dans : compte-rendu de la Société Française d'Oto-rhino-laryngologie et de Pathologie cervico-faciale. LXXIIIe Congrès. Paris 1976.
- 44 - MARTIN M.E. and MOORE E.J.
Scalp distribution of early (0 to 10 ms) auditory evoked responses.
Arch. Otolaryngol. : 1977, 103, 326-328.
- 45 - MAURER K., LEITNER H., SCHAFER E. and ABDEL-AZIZ M.Y.
Frühe akustisch evozierte Potentiale (Eine geeignete screening methode zur Früherfassung des akustikus neurinoms).
AKT. Neurol. : 1979, 6, 71-80.
- 46 - MILLER G.W. and LOSEY A.F.
Acoustic neuroma : Results of brainstem evoked response audiometry.
Southern Medical Journal 1978, 71, p. 1062-1064.
- 47 - MERERE C.
Réponses du tronc cérébral - Application à l'audiométrie objective.
Thèse de doctorat en Médecine - Faculté de Médecine de Poitiers - 1977.

- 48 - PORTMANN M., LEBERT G. et ARAN J.M.
Potentiels cochléaires obtenus chez l'homme en dehors de toute intervention chirurgicale - Note préliminaire.
Rev. Laryngol. Otol. Rhinol. (Bordeaux), 1967, 88, 157-164.
- 49 - PORTMANN M., ARAN J.M. et LEBERT G.
Electrocochléographie humaine en dehors de toute intervention chirurgicale.
Acta. Otolaryngol. (Stockh), 1968, 65, 105-113.
- 50 - RIEMENS V., PORTMANN M. and BEBEAR J.P.
Les neurinomes de l'acoustique : A propos d'une série de 40 observations.
Neurochirurgie (Paris) 1975, 21, n° 7, 527-536.
- 51 - ROWE M.J.
Normal variability of the brainstem auditory evoked responses in young and old adult subjects.
Electroenceph. Clin. Neurophysiol., 1978, 44, 459-470.
- 52 - RUBEN R.J., SEKYLA J., BORDLEY J.E., KNICKERBOCKER G.G., NAGER G.T. and FISCH U.
Human cochlear responses to sound stimuli.
Ann. otol. Rhinol. Laryngol. (St Louis) 1960, 69, 459-476.
- 53 - RUBEN R.J., BORDLEY J.E. and LIEBERMAN A.T.
Cochlear potentials in man.
Laryngoscope (St Louis) 1961, 71, 1141-1164.
- 54 - SCOTT M.L. and MARKINS S.W.
Amplitude of the brainstem auditory evoked response ; the effect of interstimulus interval.
J. Neuroscience, 1978, 8, 147-152.
- 55 - SELTERS W.A. and BRACKMANN D.E.
Acoustic tumor detection with brainstem electric response audiometry.
Arch. Otolaryngol., 1977, 103, 181-187.

- 56 - SOHMER H. and FEINMESSER M.
Cochlear action potentials recorded from the external ear in man.
Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. (St Louis), 1967, 76, 427-435.
- 57 - SOHMER H. and FEINMESSER M. and SZABO G.
Sources of electrocochleographic responses as studied in patients
with brain damage.
Electroenceph. Clin. Neurophysiol. 1974, 37, 663-669.
- 58 - SOHMER H. , GAFNI M. and CHISIN R.
Auditory nerve and brainstem responses : comparison in awake and
unconscious subjects.
Arch. Neurol., 1978, 35, 228-230.
- 59 - SPIRE J.P., DOHRMANN G.J. and PRIETO P.S.
Correlation of brainstem evoked response with Direct Acoustic Nerve Potential.
In : clinical applications of evoked potentials in neurology.
COURJON J., MAUGUIERE F., REVOL M. editors
Raven Press : New-York, 1981 (à paraître).
- 60 - STARR A. and ACHOR L.J.
Auditory brainstem responses in neurological diseases.
Arch. Neurol. (Chicago) 1975, 32, 761-768.
- 61 - STARR A. and HAMILTON A.E.
Correlation between confirmed sites of neurological lesions and
abnormalities of far-field auditory brainstem responses.
Electroenceph. Clin. Neurophysiol. 1976, 41, 595-608.
- 62 - STARR A.
Clinical relevance of brainstem auditory evoked potentials in
brainstem disorders in man.
In : Auditory evoked potentials in man.
Psychopharmacology Correlates of evoked Potentials Progress in
clinical neurophysiology.
J.E. DESMEDT, KARGER and BASEL Editors, 1977, Vol. 2, 45-57.

- 63 - STOCKARD J.J. and ROSSITER V.S.
Clinical and pathologic correlates of brainstem auditory responses abnormalities.
Neurology, 1977, 27, 316-325.

- 64 - STOCKARD J.J., STOCKARD J.E. and SHARBROUGH F.W.
Detection and localization of occult lesions with brainstem auditory responses.
Mayo Clin. Proc. 1977, 52, 761-769.

- 65 - SULTAN M.
A propos de deux observations d'atteinte centrale de l'audition.
Thèse de Doctorat en Médecine - Lyon 1980.

- 66 - TERKILDSSEN K., OSTERHAMMEL P. and HUIS IN'T VELD F.
Electrocochleography with a far field technique.
Scand. Audiol., 1973, 2, 141-148.

- 67 - TERKILDSSEN K., OSTERHAMMEL P. and HUIS IN'T VELD F.
Far field electrocochleography - Position of electrodes.
Scand. Audiol. 1974, 3, 123-129.

- 68 - TERKILDSSEN K., OSTERHAMMEL P. and HUIS IN'T VELD F.
Far field electrocochleography. Frequency specificity of the response.
Scand. Audiol., 1975, 4, 167-172.

- 69 - THOMSEN J., TERKILDSSEN K. and OSTERHAMMEL P.
Auditory brainstem responses in patients with acoustic neuromas.
Scand. Audiol. 1978, 7, 179-183.

- 70 - UZIEL A.
Les Potentiels évoqués du nerf auditif et du tronc cérébral.
Monographie. Chauvin-Blache, sept. 1979, Vol. 7, 74-76.

- 71 - YOSHIE N., OHASHI T. and SUSUKI T.
Non-surgical recording of auditory nerve action potentials in man.
Laryngoscope (St Louis) 1967, 77, 76-85.
- 72 - ZOLLNER C., KARNAHL T. and WEIGEL K.
Electrische reaktions audiometrie (Hirnstammpotentiale und späte
potentialkomponente N_1) bei patientem mit akustikus neurinom oder
Raumfordernsem prozeß in Bereich des Hirnstammes.
Neurochirurgica, 1978, 21, 191-208.
- 36 bis - KNOLL O., HARBORT U. SCHULTE K. and ZIMPEL F.
Quantitative survey of uremic brain dysfunction by auditory evoked
potentials.
In : clinical applications of evoked potentials in neurology.
COURJON J., MAUGUIERE F., et REVOL M. editors
Raven Press - New-York 1981 (à paraître).

=====

